This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Chapel D'Espinassoux - La Détermination du Temps de Pose.

FL 2465 8

FA 6660.90

TRANSFERRED TO
FINE ARTS LIBRARY

HARVARD COLLEGE
LIBRARY

TRANSFERRED TO
FINE ARTS LIBRARY

BOUGHT WITH
MONEY RECEIVED FROM
LIBRARY FINES

TRANSFERRED TO
FINE ARTS LIBRARY

BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE.

TRAITÉ PRATIQUE

DE LA

DÉTERMINATION DU TEMPS DE POSE

PAR

GABRIEL DE CHAPEL D'ESPINASSOUX.

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

Printed in France

ก

TRAITÉ PRATIQUE

DE LA

DÉTERMINATION DU TEMPS DE POSE.

tement *voilée*. Sa surface entière noircit uniformément au contact du révélateur.

Même en dehors de ces cas extrêmes, si le temps nécessaire à une bonne impression n'est pas atteint (ce que l'on exprime en disant que la plaque est *sousexposée*), les parties les plus éclairées du sujet ont seules le temps d'agir : les parties plus sombres n'agissent pas ou n'agissent qu'insuffisamment : les demi-teintes ne sont pas rendues et l'image obtenue présente de violents contrastes.

Dans un cliché de paysage, par exemple, le ciel et l'horizon seront d'une grande intensité, tandis que les feuillages ou les plans rapprochés seront à peine reproduits, et sur l'épreuve positive le ciel et l'horizon apparaîtront blancs et durs, tandis que les premiers plans viendront noirs et sans détails.

Si, au contraire, la plaque est *surexposée*, c'est-à-dire si la durée d'exposition utile est dépassée, l'action des lumières vives, arrivée à un certain maximum, au lieu de continuer, se renverse : elle décroît et rejoint les demi-teintes dans leur marche. C'est même là, par parenthèse, un des plus curieux phénomènes de la Photographie. Le résultat est un cliché *solarisé*, dont toutes les parties ont à peu près la même intensité, et, par suite, une épreuve positive grise et plate, sans contrastes ni relief.

Quand une plaque a été ainsi sousexposée ou surexposée, l'opérateur peut bien atténuer quelque peu les conséquences de l'inexactitude de la pose, et cela, soit par un développement approprié, soit par l'emploi des renforçateurs ou réducteurs, soit par des retouches, soit enfin par un tirage spécial. Mais malheureusement, presque toujours, l'emploi combiné de ces divers moyens ne constitue qu'un palliatif insuffisant. Le résultat final reste mauvais ou médiocre.

Un cliché normalement exposé dispense de recourir à toutes ces complications : il donne sans efforts et peut seul donner une image irréprochable.

En outre, au point de vue spécial de la Photographie artistique, l'*effet* dépend en grande partie de la durée de l'exposition : c'est en la modifiant en plus ou en moins que l'opérateur arrive à obtenir la tonalité qu'il recherche.

Telle est l'importance de la question du *Temps de pose.*

Aussi n'est-il pas un débutant en Photographie qui n'ait demandé à l'un de ses aînés dans la carrière : « Combien posez-vous? »

Question qui, formulée en ces termes, révèle une complète ignorance des éléments du problème, car il ne peut y être fait d'autre réponse que celle-ci :

« Je pose depuis $\frac{1}{1000}$ de seconde au minimum, jusqu'à un maximum de trois heures et même davantage; je fais donc varier les durées d'exposition, suivant les cas, dans la proportion de 1 à 3000000. »

Réponse peu de nature, on en conviendra, à satisfaire l'interrogateur.

C'est qu'en effet, comme nous allons le voir, les durées d'exposition varient et doivent varier, selon les circonstances, dans la plus large mesure.

Nous parlons surtout de la Photographie hors de l'atelier.

Le photographe portraitiste, lui, opère dans des conditions dont les unes restent identiques à elles-mêmes et dont les autres ne se modifient que dans des limites peu étendues. Il lui est assez facile de se rendre maître, par l'expérience, de son temps de pose. Il contrôle d'ailleurs constamment, par le développement de ses clichés, ses durées d'exposition et peut les rectifier en conséquence.

La situation des autres photographes (paysagistes, architectes, explorateurs, naturalistes, amateurs, etc.) est bien différente.

Pour eux, d'une part, l'exactitude de la pose est une impérieuse

nécessité, car il leur est rarement loisible de réparer, en recommençant leur travail, les conséquences d'une erreur; le pourraient-ils, que les variations de la lumière extérieure viendraient les rejeter dans l'incertitude.

Et d'un autre côté, tous les *facteurs* du temps de pose se combinent à l'envi pour faire varier leurs durées d'exposition.

Songez qu'ils opèrent généralement au dehors, presque toujours en pleine campagne, parfois à la hâte, le plus souvent sans avoir le choix de l'heure et de la lumière; qu'ils sont tenus de recourir à des substitutions d'objectifs, à de fréquents changements de diaphragmes; qu'ils peuvent rarement contrôler leur pose par un développement immédiat; enfin et surtout, qu'ils s'adressent à des sujets dont l'infinie diversité défie toute étude approfondie.

Pour eux donc, si la solution du problème a plus d'importance, les difficultés sont plus grandes.

Il ne faudrait cependant pas en conclure que ces difficultés sont insurmontables.

Loin de là.

Si elles sont de nature à décourager tous ceux qui travaillent sans méthode et « au petit bonheur » (le nombre en est trop grand), l'opérateur sérieux peut aisément s'en rendre maître.

La Photographie est aujourd'hui en possession de données qui ont singulièrement simplifié la question et dispensent le débutant des longs et coûteux tâtonnements d'autrefois.

Une fois cette question bien comprise, *il suffira à ce dernier de recourir à une expérience qui exige moins d'une demi-journée, et d'effectuer ensuite quelques calculs, pour se trouver immédiatement en possession d'un* TABLEAU DES TEMPS DE POSE, *répondant à toutes les exigences de la pratique courante.*

Le débutant n'aura plus alors à se préoccuper que de l'application judicieuse de ce Tableau; ce sera l'affaire d'un peu de

réflexion et d'habitude, et il aura désormais la certitude d'éviter *absolument* tous les insuccès provenant d'une pose inexacte.

Nous croyons pouvoir, sans témérité, lui garantir ce résultat, s'il veut bien parcourir avec attention les pages qui vont suivre et se conformer scrupuleusement à nos indications.

TRAITÉ PRATIQUE

DE LA

DÉTERMINATION DU TEMPS DE POSE.

CHAPITRE I.

DES FACTEURS DU TEMPS DE POSE.

Quelles sont les conditions qui, en Photographie, déterminent la durée d'exposition de la surface sensible, ou, pour parler plus exactement, quels sont les facteurs du temps de pose?

L'expérience démontre qu'ils sont de trois ordres principaux.

I. Il y a d'abord ceux qui tiennent aux conditions extérieures et que l'on peut appeler les FACTEURS NATURELS : l'intensité de la *lumière* et la nature du *sujet* à reproduire.

1° La pose varie suivant l'intensité chimique de la lumière du jour, et cette intensité, pour une même *latitude,* dépend :

(*a*) D'abord de la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon, c'est-à-dire de la *saison* et de l'*heure;*

(*b*) Ensuite de l'*état du ciel;* et enfin, quoique à un moindre degré,

(*c*) De l'*altitude,*

(*d*) Et de la *température.*

Si l'on opère à l'*intérieur,* il y a lieu de tenir compte, en sus des éléments ci-dessus, des dimensions de l'*ouverture* qui donne accès à la lumière extérieure, ainsi que de la *distance* qui sépare

cette ouverture de l'objet à photographier. Dans le cas où l'ouverture est garnie d'un *vitrage,* la nature et la coloration de ce vitrage peuvent avoir leur importance.

Enfin, si l'on a recours à une source de *lumière artificielle,* il va de soi que la durée de la pose devra être en rapport avec l'intensité chimique de cette lumière.

2° La nature du sujet à reproduire exerce une influence considérable. La pose varie suivant l'éclat actinique de ce sujet, c'est-à-dire :

(*a*) Suivant son pouvoir réfléchissant, autrement dit sa *couleur,* et

(*b*) Suivant la *distance* plus ou moins grande qui le sépare de l'appareil photographique.

II. Viennent ensuite les Facteurs optiques.

Ils tiennent à la *constitution de l'objectif,* de laquelle résulte sa *clarté* plus ou moins grande.

La pose dépend essentiellement :

1° De l'ouverture de l'objectif, soit de la *surface du diaphragme;*

2° De la distance qui, dans l'appareil, sépare l'objectif de la plaque sensible, c'est-à-dire de la *longueur focale* de cet objectif (longueur qui varie suivant l'éloignement du sujet); elle dépend aussi, mais dans une mesure beaucoup plus faible,

3° De la constitution propre des lentilles, c'est-à-dire de leur *nombre,* de leur *forme* et de la *nature du verre.*

III. Il y a en troisième lieu les Facteurs chimiques :

1° La nature de la surface sensible, de laquelle dépendent :

(*a*) Son aptitude à s'impressionner avec une *rapidité* plus ou moins grande;

(*b*) Sa *sensibilité,* tantôt restreinte à certains rayons du spectre

(plaques ordinaires), tantôt étendue au contraire à presque toutes les couleurs (plaques isochromatiques);

(*c*) Le *laps de temps* pendant lequel elle peut conserver, avant son développement, l'impression qu'elle a reçue.

2° L'énergie du révélateur. Cette énergie varie :

(*a*) Suivant la *composition du révélateur;*

(*b*) Suivant sa *durée d'action* sur la surface sensible;

(*c*) Suivant sa *température.*

IV. En Photographie instantanée, en sus de tous les éléments ci-dessus, un nouveau facteur intervient : le *mouvement du sujet* à reproduire.

Alors, en effet, la durée de la pose doit être combinée en vue d'obtenir à la fois et le degré d'impression indispensable à la production d'un bon négatif et une image suffisamment nette.

Nous appellerons ce facteur FACTEUR ANORMAL.

Telle est la liste à peu près complète des facteurs du temps de pose.

Nous les avons groupés méthodiquement dans le Tableau ci-après. Les facteurs d'ordre secondaire sont en lettres italiques.

Que le lecteur nous pardonne de commencer par lui soumettre, sans commentaires et dans toute son aridité, cette énumération quelque peu effrayante. Mais un coup d'œil d'ensemble est nécessaire.

Nous étudierons ensuite en détail chacun de ces éléments du temps de pose, puis nous verrons comment ils se combinent entre eux pour déterminer la durée de l'exposition.

Au cours de cette étude, hâtons-nous de le dire, nous ne tarderons pas à apprendre qu'ils sont loin d'avoir tous la même valeur, et que, s'il est bon de connaître l'influence des moins importants, cette influence peut, le plus souvent, être négligée dans la pratique.

TABLE I.

Facteurs du temps de pose.

- I. — FACTEURS NATURELS :
  - Intensité actinique de l'éclairage.
    - Lumière du jour.
      - Extérieur.
        - Latitude.
        - Saison.
        - Heure.
        - État du ciel.
        - *Altitude.*
        - *Température.*
      - Intérieur.
        - Dimensions de l'ouverture éclairante.
        - Distance de l'ouverture au sujet.
        - *Nature du vitrage.*
    - Lumières artificielles.
  - Éclat actinique du sujet.
    - Couleur du sujet.
    - Distance du sujet à l'appareil.
- II. — FACTEURS OPTIQUES : Clarté de l'objectif.....
  - Surface du diaphragme.
  - Longueur focale.....
    - Principale (sujet éloigné).
    - Variable (sujet rapproché).
  - Lentilles...
    - *Nombre.*
    - *Forme.*
    - *Nature du verre.*
- III. FACTEURS CHIMIQUES :
  - Nature de la surface sensible.....
    - Degré de rapidité.
    - *Degré d'orthochromatisme.*
    - *Degré de persistance de l'impression lumineuse.*
  - Énergie du révélateur.....
    - Composition.
    - *Température.*
    - Durée d'action.
- IV. — FACTEUR ANORMAL : Mouvement du sujet à reproduire (Instantanéité).

CHAPITRE II.

DE LA LUMIÈRE.

I. — GÉNÉRALITÉS.

La lumière est le plus important des facteurs du temps de pose; elle a, à juste titre, donné son nom à la Photographie.

C'est elle qui produit sur la surface sensible l'impression latente d'où le révélateur fait surgir l'image; aussi est-ce d'elle dont nous devons nous occuper tout d'abord.

Quelle est la nature exacte de l'action exercée par la lumière sur la couche sensible?

On discute encore à cet égard.

D'après les uns, il ne survient, sous l'influence des rayons lumineux, qu'une simple modification moléculaire, ayant pour conséquence l'affaiblissement de l'affinité qui unit les éléments du sel d'argent et les prédisposant à la dissociation.

D'après les autres, la lumière exerce une véritable action chimique : elle commence la réduction du sel d'argent, réduction que le révélateur continue et parachève.

Une troisième opinion, plus récemment émise, admet qu'il se produit à la fois un commencement de décomposition du sel de la couche, et la formation, avec les produits de cette décomposition, d'un nouveau composé argentique plus facilement réductible.

Quoi qu'il en soit de ces divergences théoriques, la solution de la question est indifférente à la détermination du temps de pose.

Une constatation suffit : la rapidité de l'impression est en raison directe de l'intensité de la source lumineuse; autrement dit : plus la lumière est vive, plus la pose doit être courte.

L'appareil photographique est calqué sur l'œil humain, vraie chambre noire en miniature; l'objectif équivaut au cristallin, le

diaphragme à l'iris, la plaque sensible à la rétine. Sur celle-ci, comme sur le verre dépoli, l'image des objets se peint renversée et l'impression s'y produit d'autant plus forte que la lumière est plus intense. L'analogie va même plus loin, car la couche sensible de la rétine, de même que la plaque photographique, subit une décomposition : rouge pourpre à l'état normal, elle se décolore sous l'action de la lumière, et la *pourpre visuelle* est plus ou moins détruite à chaque impression lumineuse. Elle se reconstitue d'elle-même incessamment.

Entre notre œil et l'appareil photographique, il y a cependant une différence capitale.

Les rayons émis par une source quelconque de lumière jouissent de diverses propriétés, notamment de propriétés lumineuses et de propriétés chimiques.

Or, les rayons lumineux seuls impressionnent notre rétine, et nous donnent par cette action physiologique la sensation de la vue et de la couleur des objets. Les rayons chimiques, au contraire, agissent exclusivement sur certains corps et en particulier sur les sels d'argent.

Le plus grand nombre des rayons émis par une même source sont susceptibles d'exercer à la fois et l'action lumineuse et l'action chimique, mais les intensités de ces deux actions ne sont presque jamais proportionnelles.

Dans la plupart des cas, l'intensité chimique est inférieure ou supérieure à l'intensité lumineuse; la lumière la plus brillante n'est pas toujours la plus actinique, et réciproquement.

La Photographie, disons-nous, n'utilise que l'action chimique des rayons.

De là, l'impérieuse nécessité d'une distinction.

On sait que la lumière blanche, émanée du Soleil, est, en réalité, produite par la réunion de toutes les couleurs de l'arc-en-ciel,

violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge,

et qu'il suffit de lui faire traverser un prisme de cristal pour la décomposer ainsi et obtenir ce que l'on appelle le *spectre solaire*. Eh bien ! les propriétés lumineuses et chimiques de la lumière

blanche ne sont pas uniformément répandues dans le spectre solaire : ce sont les rayons de la région du jaune et du rouge (rayons les moins réfrangibles) qui impressionnent le plus vivement la rétine, tandis qu'au contraire la région du bleu et du violet (rayons les plus réfrangibles) fournit les rayons dont l'action chimique atteint le plus haut degré d'énergie.

Les rayons chimiques dépassent même, du côté du violet, les limites du spectre apparent; ils sont alors invisibles et purement chimiques; on les nomme rayons *ultra-violets*.

Un exemple suffira pour faire apprécier l'importance de la distinction : dans le spectre solaire, les rayons jaunes, les plus lumineux de tous, paraissent six à huit fois plus brillants que les rayons bleus, et cependant l'action photographique des premiers n'atteint pas $\frac{1}{20}$ de celle des rayons bleus.

L'action chimique d'une lumière déterminée varie d'ailleurs suivant la nature des substances sensibles, car chaque substance a ses rayons favoris qui l'impressionnent plus que tous les autres.

Sur le bromure d'argent, le maximum d'action est produit par les rayons indigo (au voisinage de la raie G du spectre), et cette action va en décroissant jusqu'aux rayons rouges, où elle devient pratiquement nulle.

Toutefois, comme nous le verrons plus loin, en mêlant au bromure d'argent certaines matières colorantes qui absorbent fortement les rayons verts, jaunes et rouges, on le rend sensible à l'action de ces mêmes rayons, tout en diminuant sa sensibilité pour les rayons les plus actiniques. C'est au moyen de ce procédé que l'on obtient les plaques dites *iso-* ou *orthochromatiques*. Nous aurons à y revenir [1].

Pour le moment, tenons-nous-en aux plaques ordinaires, et retenons ce principe, qu'il est essentiel, pour la détermination du

---

[1] Même avec les sels d'argent ordinaires, les rayons rouges ne sont pas absolument inactifs. Leur action est le plus souvent négligeable, mais de même que celle des rayons jaunes elle se fait cependant sentir à la longue; elle devient surtout sensible lorsqu'elle a été précédée de l'action des rayons violets ou bleus : le chlorure d'argent, légèrement impressionné par les rayons violets, noircit ensuite sous l'action de tous les rayons visibles. En réalité donc, tous les rayons du spectre peuvent déterminer des effets chimiques. Il n'y a de variable que les intensités d'action.

temps de pose, d'apprécier l'intensité chimique de la lumière, en ayant soin de ne pas la confondre avec l'intensité lumineuse.

Pour arriver avec précision à ce résultat, deux choses seraient nécessaires :

1° Une unité de lumière à laquelle toutes les variations d'intensité chimique seraient comparées;

2° Un instrument permettant d'apprécier numériquement ces variations en les transformant en mesures rapportées à l'unité.

L'unité de lumière, nous ne la possédons pas encore.

Aussi les divers instruments proposés n'ont-ils en vue que la mesure relative des différentes variétés de lumière.

Ils sont connus sous les noms d'*actinomètres* et de *photomètres*.

II. — DES ACTINOMÈTRES ET PHOTOMÈTRES.

Les *actinomètres,* certains portent à tort le nom impropre de *photomètres,* sont destinés à faire connaître le degré d'énergie de l'action photographique d'une source lumineuse, ce que l'on appelle, avons-nous dit, l'intensité actinique. *Ils reposent tous sur un procédé chimique.*

Les *photomètres,* plus modestes, ont seulement en vue la mesure, *par des moyens purement optiques,* de l'éclat des rayons lumineux proprement dits et se basent sur l'action physiologique exercée par la lumière sur notre rétine.

Parlons d'abord des *actinomètres.*

Si nous passons sous silence les appareils de laboratoire que la photographie d'amateur ne peut utiliser, et qui d'ailleurs ne lui sont pas destinés, nous n'avons à signaler que les appareils basés sur l'emploi du papier albuminé nitraté.

Les divers types proposés diffèrent peu les uns des autres.

Dans la plupart, un fragment de papier sensibilisé, celui-là même qui sert au tirage des épreuves positives, est placé entre deux surfaces opaques; une ou plusieurs ouvertures, découvertes au moment où l'on opère, permettent au papier de s'impressionner.

Tantôt le papier est exposé un temps donné, toujours le même,

à l'action de la lumière diffuse. Suivant l'intensité actinique de cette lumière, il prend une teinte plus ou moins foncée; la teinte obtenue est comparée à une échelle de teintes numérotées et graduées du gris le plus faible au noir le plus intense. Une Table permet de déduire de cette comparaison la durée proportionnelle de la pose.

Tantôt l'instrument ne porte qu'une seule teinte et le papier est exposé le temps nécessaire pour qu'il acquière une teinte de valeur identique. Les variations dans la durée de cette exposition correspondent, l'expérience l'a démontré, aux variations d'intensité des sources lumineuses.

Quel parti peut-on tirer de ces appareils?

Remarquons d'abord, les inventeurs l'oublient quelquefois, qu'alors même que les actinomètres donneraient des indications satisfaisantes, ces indications, pour être utilisées, devraient toujours être combinées avec les autres éléments du temps de pose : éclat actinique du sujet à reproduire, facteurs optiques, facteurs chimiques.

Mais voici qui est plus grave : la pratique n'a pas sanctionné l'emploi des actinomètres, et cependant bien des photographes en ont essayé, bien des débutants surtout y ont eu recours.

Les raisons de cet insuccès sont multiples.

En première ligne, il faut bien le dire, l'absence totale d'exactitude.

Tous les papiers nitratés sont loin d'avoir un égal degré de sensibilité, et, pour un même papier, la sensibilité varie suivant la date plus ou moins récente de la fabrication. Première et importante cause d'erreur. Il en est une seconde non moins sérieuse. La composition du sel d'argent du papier n'étant pas identique à la composition du sel d'argent de la plaque, la lumière ne peut avoir la même action sur les deux substances. Aussi la sensibilité du chlorure d'argent contenu dans le papier nitraté n'est-elle pas proportionnelle à la sensibilité du bromure d'argent de la plaque gélatinée. Certains rayons, qui agissent sur celle-ci, n'agissent en rien ou n'agissent pas de même sur celui-là; avec les lumières faibles ou jaunes, par exemple, la sensibilité du papier décroît en plus grande proportion que la sensibilité du gélatinobromure, et

tel éclairage, susceptible d'impressionner la plaque en quelques secondes, n'impressionnera pas le papier, même si on l'y expose indéfiniment. Le terme de comparaison est donc faux.

Joignez à cela l'impossibilité d'opérer avec précision.

Si la lumière est trop éclatante, le papier se colore avec une rapidité qui déconcerte l'observateur; si elle est trop faible, la production de la plus légère coloration demande un temps inadmissible. Dans tous les cas, il est difficile d'apprécier la valeur de la teinte obtenue et de la rapporter à tel ou tel degré de l'échelle photométrique.

De plus, la lumière qui agit sur l'actinomètre, au lieu où se trouve l'opérateur, n'est pas toujours égale à celle qui éclaire le sujet à reproduire.

Enfin, dans les circonstances les plus favorables, l'observation demande quelques minutes et si, pendant ce laps de temps, l'intensité de l'éclairage s'est modifiée, l'on a opéré en pure perte; etc., etc.

Bref, l'on n'obtient rien de bon, en plein air surtout.

Pour les intérieurs, dans des conditions anormales d'éclairage, l'actinomètre peut quelquefois être utilisé.

En pareil cas, étant connue la pose qui serait nécessaire si l'on opérait au dehors, on détermine, à l'extérieur d'abord, puis près de l'objet à reproduire, le temps voulu pour obtenir une impression identique sur le papier sensible et l'on pose proportionnellement. Par malheur, la plupart des intérieurs sont faiblement éclairés, et l'impression du papier sensibilisé est alors tellement lente qu'il faut perdre un temps considérable pour obtenir la plus légère teinte de l'échelle photométrique. Si l'on y parvient, quand arrive le moment d'exposer la plaque, la lumière s'est modifiée, si même elle ne s'est pas évanouie avec la chute du jour.

Venons-en maintenant aux *photomètres* proprement dits.

Le photomètre Decoudun en est le meilleur type.

Cet instrument est trop répandu pour qu'il soit nécessaire d'en donner une description détaillée. Il est destiné à faire connaître l'intensité *lumineuse* de l'image formée dans la chambre noire. On l'emploie, une fois la mise au point effectuée, en l'appliquant,

sous le voile noir, contre le verre dépoli. L'image est utilisée pour éclairer une petite ouverture percée dans deux disques métalliques superposés. Un troisième disque, mobile entre les deux autres, permet de faire défiler devant la fenêtre des points transparents, d'opacité différente. Ils se présentent par série de quatre, dont un d'un plus grand diamètre que les autres. On doit faire mouvoir le disque jusqu'au moment où, les trois petits points ayant disparu, le plus grand reste encore visible.

Il suffit alors de regarder au verso de l'instrument : le temps de pose s'y trouve indiqué.

Ce photomètre a l'avantage de tenir compte, non seulement du facteur *lumière,* mais aussi du facteur *distance* du sujet, le sujet étant d'autant plus lumineux qu'il est plus éloigné, et des *facteurs optiques.*

En revanche, comme il est basé, non sur l'action chimique de la lumière, mais sur son action physiologique, il ne donne la mesure que de l'éclat des rayons et non celle de leur intensité actinique; ses indications sont donc insuffisantes ou fausses en ce qui concerne le facteur *lumière* et le facteur *couleur* du sujet.

Aussi ne peut-on s'y fier ni le matin, ni le soir, ni en hiver, ni lorsqu'on a affaire à des sujets de couleurs peu photogéniques.

De plus, le résultat de l'observation varie, non seulement suivant la vue plus ou moins bonne de l'opérateur, mais encore suivant l'éclat de la lumière extérieure; par un éclairage très brillant, il devient impossible de percevoir, malgré l'abri du voile noir, telle série de points transparents que l'on verrait avec netteté par un temps plus sombre.

Le photomètre Decoudun rendrait de meilleurs services si l'inventeur le complétait par une Table des corrections qui doivent être apportées à ses indications suivant l'heure du jour, la saison de l'année et la couleur des sujets.

Tel qu'il est, cependant, cet instrument peut être utilisé : 1° avec les plaques orthochromatiques dont nous parlerons ultérieurement; 2° pour les intérieurs sombres, dans les cas, rares d'ailleurs, où il est impossible de se servir d'une formule que nous donnerons plus loin.

Mais, si l'on veut en tirer parti dans les intérieurs, il est essen-

tiel de ne pas adopter aveuglément le temps de pose qu'il indique.

Il faut, au contraire, ne s'en servir que pour déterminer, par voie de comparaison, la différence d'intensité de la lumière intérieure et de la lumière extérieure. Cette détermination faite, on devra tenir compte de tous les autres facteurs du temps de pose, conformément aux Tables que l'on trouvera plus loin.

Autrement dit, le photomètre servira uniquement à déterminer l'équivalent des facteurs : 1° *dimensions de l'ouverture* éclairante; 2° *distance du sujet à l'ouverture;* 3° *nature du vitrage* (mais seulement si le vitrage n'est pas coloré).

Si, par exemple, l'instrument indique pour la pose à l'extérieur 2^s et pour la pose à l'intérieur 30^s, on devra en conclure, non pas qu'il faut poser 30^s, mais qu'il faut poser quinze fois plus qu'on ne poserait à l'extérieur, pour un sujet identique et *toutes choses égales d'ailleurs.*

Avant de clore l'ordre d'idées qui nous occupe, nous devons dire quelques mots du *radiomètre Olivier.*

Le radiomètre, bien connu des physiciens, consiste en une boule de verre dans laquelle on a fait le vide et qui renferme un petit moulinet métallique à quatre branches, mobile sur un pivot vertical. Les quatre palettes de ce moulinet sont de petits rectangles en aluminium, dont une face est brillante et l'autre noircie. Exposé au jour, l'instrument se met à tourner avec une rapidité d'autant plus grande que la lumière est plus vive.

Ce phénomène est attribué aux vibrations mêmes de la lumière. On sait, en effet, que, selon la théorie régnante, la lumière est essentiellement constituée par un mouvement ondulatoire; or, l'utilisation de la force dynamique des ondulations lumineuses serait plus complète sur la face noire des palettes, face absorbante, que sur la face réfléchissante, et la rotation du moulinet serait le résultat de cet effort inégal.

M. Olivier a pensé à utiliser cet instrument pour la détermination du temps de pose [1].

---

[1] *Méthode pour régler et mesurer l'action chimique des radiations.* Note présentée à l'Académie des Sciences; 1885 (*Comptes rendus,* t. C, p. 178.)

Il part de ce principe qu'il existe un rapport de proportion entre l'intensité des vibrations de la lumière et l'action mécanique qui en exprime la force vive et que, par conséquent, un même nombre de révolutions du radiomètre représente en quelque sorte une même somme de lumière.

Afin de permettre de compter facilement ces révolutions, une des palettes du radiomètre Olivier porte une marque rouge spéciale, et l'équateur horizontal du globe de verre est divisé en degrés.

Le radiomètre, placé auprès de la chambre noire, est soumis à l'action de la lumière qui vient frapper l'objectif. Il est entouré de lames de mica coloré ou de verres de couleur combinés de manière à ne laisser arriver sur le moulinet que les vibrations actives sur la plaque sensible (ce que nous avons appelé les *rayons chimiques*).

On expose alors, dans des conditions déterminées, une plaque sensible pendant le temps nécessaire à l'obtention d'un bon cliché, et l'on note le nombre de tours exécutés par le moulinet pendant la pose.

Cette opération faite une fois pour toutes, l'on est en possession d'une base permettant de ne plus faire intervenir la mesure du temps : chaque fois que, toutes choses égales d'ailleurs, on fera agir la lumière pendant la même durée de révolutions du radiomètre, on obtiendra un cliché identique au cliché type; le nombre de tours des palettes s'accomplira en effet plus ou moins rapidement, selon l'intensité des radiations lumineuses, mais un même nombre de tours représentera toujours la même quantité de lumière.

C'est là, comme on le voit, un procédé fort ingénieux; il peut rendre des services à l'atelier, dans les travaux de reproduction.

A l'extérieur, on ne saurait recourir à l'emploi, trop compliqué, des écrans colorés, et alors le radiomètre, insensible à l'actinisme de la lumière, n'est plus impressionné que par son éclat : pendant les mois d'hiver, et, même en été, dès que le Soleil s'éloigne du zénith, ses indications cessent d'être précises.

Enfin et surtout, c'est un appareil fragile et beaucoup trop délicat pour la photographie d'amateur.

En résumé, pour la pratique courante, nous ne pouvons conseiller l'emploi d'aucun de ces instruments.

Le débutant, aux prises avec les difficultés de la pose, se laisse presque toujours tenter par les actinomètres ou photomètres qui lui en promettent la solution. S'il réussit, par exception, quelques clichés, il se heurte le plus souvent à des insuccès dont il ne peut comprendre la cause, et le découragement le gagne vite. Nous n'avons insisté aussi longuement sur ce sujet que pour le mettre en garde contre des déboires inévitables.

S'il veut nous en croire, il arrivera plus vite et surtout bien plus sûrement, en se conformant à nos indications et en faisant usage de nos Tableaux.

Une fois familiarisé avec la question du temps de pose, l'amateur, s'il a à effectuer des travaux d'atelier ou d'intérieur, pourra utiliser soit le photomètre Decoudun, soit le radiomètre Olivier. Mais à ses débuts, il a tout intérêt à ne pas y avoir recours.

Il nous reste à lui faire connaître comment il doit procéder, soit qu'il opère à la lumière du jour, soit qu'il fasse usage d'une lumière artificielle.

III. — DE LA LUMIÈRE DU JOUR.

1° *De la lumière du jour à l'extérieur.*

1. Généralités. — Dans l'immense majorité des cas, la Photographie utilise la lumière du jour.

Le Soleil en est la source.

Quand il brille dans un ciel pur, ses rayons arrivent en droite ligne sur les corps terrestres.

Une surface donnée en reçoit d'autant plus qu'elle est plus perpendiculaire à leur direction, parce que, tout faisceau lumineux couvrant une surface d'autant plus petite que sa direction est moins oblique, la quantité de rayons reçue par chaque unité de surface croît dans la même proportion; l'effet se concentre au lieu de s'éparpiller. L'intensité de l'éclairage est donc en raison inverse de l'obliquité des rayons : plus ils tombent d'aplomb, plus ils frappent fort.

C'est là le *plein soleil.*

Les corps ainsi frappés directement par les rayons solaires les réfléchissent en tous sens et se les renvoient les uns aux autres; ainsi sont éclairés les objets placés à l'ombre; ainsi, quand le ciel est couvert, les nuages transmettent à la Terre la lumière qu'ils reçoivent de l'astre, et l'éparpillent à tel point, si l'on peut ainsi dire, qu'arrivant sur les objets de toutes les directions à la fois, elle en supprime les ombres.

C'est la *lumière diffuse*.

Le ciel bleu lui-même réfléchit les rayons solaires, ou, pour parler plus exactement, l'atmosphère réfléchit les rayons bleus de la lumière solaire.

On le sait, en effet, la *couleur* d'un corps éclairé par la lumière blanche résulte de la manière dont ce corps agit sur les divers rayons de cette lumière. S'il réfléchit en égales proportions les rayons de toutes les couleurs du spectre, il est *blanc;* il est *noir,* s'il les absorbe tous; il sera *bleu,* par exemple, s'il réfléchit les rayons bleus et absorbe tous les autres.

Certains corps transparents ont la propriété, tout en diffusant certains rayons (d'où leur couleur par réflexion), de se laisser traverser par d'autres (d'où leur couleur par transparence). Ces deux couleurs sont alors différentes et tel est précisément le cas de l'air atmosphérique.

Il agit comme un crible sur les rayons dont est formée la lumière blanche, réfléchit les rayons bleus et transmet les rayons rouges.

Éclairé latéralement, il est bleu : de là, la coloration de la voûte céleste et la perspective azurée des lointains horizons.

Éclairé par transparence, il devient jaune ou cramoisi suivant l'épaisseur plus ou moins grande des couches traversées : de là, les lueurs roses de l'aurore et la teinte empourprée des couchants.

Or, nous l'avons dit, les rayons bleus jouissent des propriétés chimiques les plus énergiques; les rayons jaunes ou rouges, au contraire, sont de tous les moins actifs.

Quand le Soleil est voisin du zénith, sa lumière nous parvient en traversant l'atmosphère dans sa moindre épaisseur; elle ne s'y dépouille que d'une faible partie de ses rayons bleus, tandis que le pourtour de l'horizon, latéralement éclairé, diffuse des rayons de cette même couleur : l'actinisme atteint son maximum.

Mais quand le Soleil, descendu des hauteurs du ciel, envoie ses rayons raser la surface terrestre, sa lumière, au cours de son long trajet à travers l'atmosphère, trajet 35 fois plus long qu'au zénith, perd de plus en plus ses rayons bleus qui vont former l'azur d'autres régions, et il ne nous arrive que les rayons jaunes ou rouges des premières et des dernières heures du jour. De là, cette teinte de l'astre, jaune d'abord, puis orangée et enfin cramoisie, au moment où il plonge sous l'horizon.

L'actinisme est alors à son minimum.

Aussi, les couchers du Soleil, parfois si éclatants de lumière et si puissants de couleur, impressionnent-ils toujours très faiblement la plaque sensible.

Il y a plus : au moment où le Soleil touche à l'horizon, l'action photographique de ses rayons directs tombe à zéro : on peut les intercepter sans amener aucune diminution appréciable de la lumière totale du jour : toute *ombre chimique* a disparu, et cependant le Soleil peut encore produire une ombre visible très marquée.

Ces propriétés de l'air atmosphérique sont dues aux poussières et à la vapeur d'eau qu'il tient toujours en suspension.

Les poussières sont soulevées par les vents qui balayent la surface de la Terre : un rayon de soleil qui perce un nuage, la gerbe de lumière qu'un phare projette dans la nuit, les rendent visibles à nos yeux.

La présence de la vapeur d'eau, il est superflu de l'indiquer, est due au phénomène de l'évaporation.

Les couches de l'atmosphère les plus voisines du sol sont naturellement les plus chargées de poussières et de vapeur d'eau. Elles contiennent en outre des émanations gazeuses qui contribuent à en modifier la transparence.

Si le Soleil est ordinairement jaune d'or au moment de son lever et rouge feu à son coucher, c'est que, la vapeur d'eau se condensant en rosée pendant la nuit, l'air est plus pur le matin que le soir.

Quand les molécules de vapeur augmentent de volume, elles réfléchissent des rayons blanchâtres; on sait qu'agglomérées en nuages elles diffusent de la lumière blanche.

Une dernière constatation : l'air humide est plus translucide

que l'air sec. Avant et après la pluie, on obtient en Photographie les meilleurs effets atmosphériques; l'humidité paraît neutraliser l'action des poussières, sur lesquelles elle se condense probablement : c'est ainsi qu'une feuille de papier humectée devient plus transparente. Peut-être le fait est-il dû aussi à ce que, l'évaporation à la surface du sol devenant nulle dans une atmosphère saturée de vapeurs, aucune vibration ne vient troubler la limpidité de l'espace.

De ce qui précède, nous pouvons déduire les conclusions suivantes :

I. *Pour apprécier l'intensité actinique de la lumière du jour, il y a lieu de tenir compte, même par plein soleil, non seulement des rayons directs, mais aussi des rayons réfléchis.*

II. *L'intensité actinique des rayons dépend :*

1° *De leur obliquité plus ou moins grande par rapport à la surface des objets éclairés;*

2° *De l'épaisseur de la couche atmosphérique traversée;*

3° *De l'absorption exercée par cette couche.*

Ce qui revient à dire :

L'intensité actinique de la lumière du jour dépend :

1° *De la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon, soit : (a) de la latitude, et (b), pour un même lieu, du jour de l'année et de l'heure de la journée;*

2° *De l'état de l'atmosphère;*

3° *De l'altitude au-dessus du niveau de la mer.*

Partant de ces constatations, de savants chimistes, Bunsen et Roscoe notamment, ont étudié les variations d'intensité actinique de la lumière du jour; leurs travaux ont été contrôlés et complétés, au point de vue spécial de la Photographie, par de nombreuses observations.

Nous n'avons pas à entrer dans le détail de ces recherches; il importe seulement à nos lecteurs d'en connaître les résultats quant à la détermination du temps de pose.

On les trouvera ci-après groupés en Tableaux.

Voici d'abord, très sommairement énoncés, ceux relatifs à l'influence de la saison, de l'heure et de l'état du ciel.

2. De la saison, de l'heure et de l'état du ciel. — En été, sous notre climat, l'intensité chimique des rayons solaires *seuls* équivaut au triple de l'intensité des rayons réfléchis par un ciel bleu; mais, en fait, l'action de ces derniers rayons vient toujours s'ajouter à celle des rayons solaires directs; d'où cette conséquence qu'un corps placé à l'ombre, soit d'un autre corps terrestre, soit d'un nuage opaque, reçoit quatre fois moins de lumière active qu'un objet exposé au soleil.

En hiver, l'écart devient moindre : l'intensité actinique des rayons solaires directs n'est alors que le double de celle du ciel bleu.

Par les temps gris, quand le ciel est complètement couvert de nuages, l'actinisme de la lumière varie, selon que le ciel est plus ou moins sombre, de six à dix fois moins que par le plein soleil.

La hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon exerce, avons-nous dit, une influence considérable.

Le matin et le soir, l'activité chimique de la lumière n'atteint pas la moitié de son action au milieu du jour.

Cette action devient même extrêmement faible à l'heure qui suit le lever du Soleil et à celle qui précède son coucher.

Plus on s'éloigne de l'été, plus l'actinisme de la lumière diminue; déjà réduit de près de moitié au printemps et à l'automne (mars-octobre), il n'est plus au solstice d'hiver (21 décembre) que le quart de ce qu'il était au solstice d'été.

Pour être complètement exact, nous devrions nous préoccuper aussi, en ce qui concerne le plein soleil, de la position plus ou moins oblique de la surface du sujet à photographier par rapport à la direction des rayons directs qui frappent cette surface. Mais, outre que cela introduirait d'énormes complications dans les Tables de pose [1], ces variations d'éclairage, atténuées ou compensées le plus souvent par l'influence de la lumière diffuse, peuvent être

---

[1] Il faudrait multiplier les coefficients d'éclairage par le cosinus de l'angle que fait la normale au sujet avec la direction des rayons incidents.

négligées dans la pratique, d'autant plus qu'il est très rare que la surface visible du sujet à photographier soit éclairée normalement par les rayons solaires, et plus rare encore que ce sujet ne présente pas plusieurs surfaces d'obliquité différente.

En résumé :

Si l'on prend pour UNITÉ *la pose nécessaire à la reproduction d'un sujet déterminé,* SOUS LA LATITUDE MOYENNE DE LA FRANCE, *au solstice d'été, soit* LE 21 JUIN, AU MILIEU DU JOUR, PAR PLEIN SOLEIL, *il faudra poser*, toutes choses égales d'ailleurs :

1° *Par* LUMIÈRE DIFFUSE, deux *à* quatre *fois plus;*

2° *Par* TEMPS GRIS ET SOMBRE, six *à* dix *fois plus.*

Le MATIN *et le* SOIR, *suivant l'heure, ces chiffres devront être doublés ou triplés.*

En HIVER, *ils devront être, suivant le mois, triplés, quadruplés ou quintuplés.*

Notre Table va donner maintenant, mois par mois et heure par heure, les détails de ces chiffres et en préciser l'application.

Table II.

Coefficients d'éclairage sous la latitude de Paris.

Coefficients de pose à l'extérieur selon le jour de l'année, l'heure du jour et l'état du ciel.

HEURES Matin. / Soir →			12	11 / 1	10 / 2	9 / 3	8 / 4	7,30 / 4,30	7 / 5	6,30 / 5,30	6 / 6	5,30 / 6,30	5 / 7	4,30 / 7,30	4 / 8	← Matin. / Soir. HEURES		
Juin.	1-15	A	1	1	1,1	1,3	1,6	1,8	2,3	3	5	8	14	30	»	A	15-31	Juill.
		B	4	4	4	4,4	5,2	5,6	6,4	6,8	8	11	15	30	»	B		
		C	6	6	6	6,6	7,8	8	9,6	10	12	17	20	»	»	C		
		D	10	10	10	11	13	14	16	17	20	28	35	»	»	D		
	15-30	A	1	1	1,1	1,3	1,6	1,7	2	3	4	6	10	15	30	A	1-15	
		B	4	4	4	4,4	4,8	5,6	6	6,4	6,8	10	14	20	30	B		
		C	6	6	6	6,6	7,2	8	9	9,6	10	15	21	»	»	C		
		D	10	10	10	11	13	14	15	16	17	25	35	»	»	D		
Mai.	1-15	A	1	1,1	1,3	1,5	1,8	2,5	3	4	8	15	30	»	»	A	15-31	Août.
		B	4	4	4,4	4,8	5,6	6,4	6,8	8	12	15	30	»	»	B		
		C	6	6	6,6	7,2	8	9,6	10	12	18	23	»	»	»	C		
		D	10	10	11	13	14	16	17	20	30	38	»	»	»	D		
	15-31	A	1	1,1	1,2	1,4	1,7	2	2,5	3,5	6	12	15	»	»	A	1-15	
		B	4	4	4	4,8	5,6	6	6,8	7,2	10	14	20	»	»	B		
		C	6	6	6	7,2	8	9	10	11	15	21	30	»	»	C		
		D	10	10	10	13	14	15	17	18	25	35	»	»	»	D		
Avr.	1-15	A	1,2	1,3	1,5	1,7	2,5	3,5	6	8	15	30	»	»	»	A	15-30	Sept.
		B	4,4	4,4	4,8	5,6	6,4	7,2	8	13	16	»	»	»	»	B		
		C	6,6	6,6	7,2	8	9,6	11	12	20	24	»	»	»	»	C		
		D	11	11	13	14	16	18	20	33	»	»	»	»	»	D		
	15-30	A	1,1	1,2	1,4	1,6	2	3	4	6	12	24	»	»	»	A	1-15	
		B	4	4	4,4	5,2	6	6,8	7,6	10	14	25	»	»	»	B		
		C	6	6	6,6	7,8	9	10	11	15	21	38	»	»	»	C		
		D	10	10	11	13	15	17	19	35	»	»	»	»	»	D		
Mars.	1-15	A	1,6	1,7	1,8	2,1	4	6	12	15	»	»	»	»	»	A	15-31	Oct.
		B	4,8	4,8	5,6	6,4	8	12	15	30	»	»	»	»	»	B		
		C	7,2	7,2	8	9,6	12	18	23	»	»	»	»	»	»	C		
		D	13	13	14	16	24	30	38	»	»	»	»	»	»	D		
	15-31	A	1,4	1,5	1,6	1,8	3	4	7	12	30	»	»	»	»	A	1-15	
		B	4,4	4,8	4,8	6	6,8	8	12	15	30	»	»	»	»	B		
		C	6,6	7,2	7,2	9	10	12	18	23	»	»	»	»	»	C		
		D	11	13	13	15	17	20	30	38	»	»	»	»	»	D		
Févr.	1-15	A	2,5	2,5	3	4	10	15	30	»	»	»	»	»	»	A	15-30	Nov.
		B	6	6,4	6,8	8	14	25	»	»	»	»	»	»	»	B		
		C	9	9,6	10	12	21	38	»	»	»	»	»	»	»	C		
		D	15	16	17	20	35	»	»	»	»	»	»	»	»	D		
	15-29	A	1,8	1,8	2	3,5	6	12	15	30	»	»	»	»	»	A	1-15	
		B	5,6	5,6	6	6,8	12	15	30	»	»	»	»	»	»	B		
		C	8	8	9	10	18	23	»	»	»	»	»	»	»	C		
		D	14	14	15	17	30	38	»	»	»	»	»	»	»	D		
Janv.	1-15	A	3,5	4	5	10	30	»	»	»	»	»	»	»	»	A	15-31	Déc.
		B	7,2	7,2	8	14	30	»	»	»	»	»	»	»	»	B		
		C	11	11	12	21	»	»	»	»	»	»	»	»	»	C		
		D	18	18	20	35	»	»	»	»	»	»	»	»	»	D		
	15-31	A	3	3,5	4	6	15	30	»	»	»	»	»	»	»	A	1-15	
		B	6,8	6,8	7,6	12	16	30	»	»	»	»	»	»	»	B		
		C	10	10	11	18	24	»	»	»	»	»	»	»	»	C		
		D	17	17	19	30	40	»	»	»	»	»	»	»	»	D		

A. Plein soleil sur le sujet. — B. Ciel bleu sans soleil sur le sujet. — C. Ciel couvert et gris. — D. Ciel couvert et très sombre.
La pose nécessaire, le 21 juin, à midi, sous la latitude de Paris, au niveau de la mer, par plein soleil sur le sujet, est prise pour unité.

Notons immédiatement quelques observations essentielles :

1° *Les chiffres de la Table* ci-contre, il importe de le bien comprendre, *ne sont que des coefficients.*

Ils n'indiquent pas par eux-mêmes la pose à employer dans tel ou tel cas; ils sont uniquement destinés à multiplier la pose reconnue exacte, le 21 juin, à midi, par plein soleil, pour un sujet déterminé.

Soit cette pose, par exemple, 1^s pour la reproduction d'un monument sombre, avec un objectif de $0^m,27$ de longueur focale et $0^m,013$ d'ouverture et des plaques Monckoven; le même monument, photographié dans des conditions identiques, fin novembre, à 9^h du matin, par ciel bleu, à l'abri du soleil, demandera, d'après la Table, une pose huit fois plus longue, soit 8^s.

Il serait presque toujours fort incommode d'attendre le 21 juin de l'année pour déterminer la pose destinée à servir de base. On peut aisément s'en dispenser. Il suffit de constater quelle est la pose nécessaire à une date et à une heure quelconques et par l'éclairage dont on dispose.

En se reportant ensuite à la Table, on réduit, par une opération élémentaire, cette pose à l'unité.

Si, par exemple, le 10 mai, à 5^h du soir, par plein soleil, avec l'objectif et les plaques ci-dessus, un monument sombre exige une exposition de 3^s, on constate, en consultant la Table, que la durée de la pose est alors trois fois ce qu'elle doit être le 21 juin à midi : d'où cette conséquence qu'à cette dernière date elle sera de 1^s : on obtient ainsi l'unité cherchée.

Comme on le voit par ces exemples, les chiffres de la Table, uniquement relatifs à l'intensité de la lumière du jour, doivent être combinés avec les coefficients résultant des autres facteurs du temps de pose. Nous verrons plus tard comment.

2° *Colonnes* A. Plein soleil sur le sujet. — *Si le Soleil, tout en restant visible, est à demi voilé par de la brume ou par un nuage léger et ne donne que des ombres affaiblies, les coefficients doivent être doublés.*

3° *Colonnes* B. Ciel bleu sans soleil sur le sujet. — *Les*

chiffres sont applicables aux sujets situés à l'ombre, soit d'un autre corps terrestre, soit d'un nuage opaque.

ÉQUIVALENT A UN CIEL BLEU : 1° *quand le Soleil brille, un ciel* EN PARTIE *couvert par des nuages* GRIS; 2° *quand le Soleil est absent, un ciel couvert de nuages* BLANCS.

4° *Colonnes* C *et* D. CIEL GRIS ET CIEL SOMBRE. — Les expressions *ciel couvert et gris, ciel couvert et très sombre* ne désignent évidemment rien d'absolu : *l'opérateur doit donc appliquer avec discernement les coefficients* C *ou* D *et se mouvoir entre eux, en prenant au besoin des chiffres intermédiaires, suivant que le temps sera plus ou moins sombre.*

5° *Colonnes* B, C, D. LUMIÈRE DIFFUSE. — *En appliquant les coefficients des colonnes* B, C, D, *on obtiendra une intensité* ÉGALE *à celle donnée par le plein soleil; mais si l'on veut rendre sur l'épreuve l'*EFFET *de l'ombre ou du temps gris,* ce qui est le plus souvent nécessaire si l'on recherche un résultat artistique, *on devra réduire la pose de moitié.*

Ces indications bien comprises, le débutant pourra s'en tenir, dans tous les cas, à l'application stricte de la Table; elle ne lui réservera aucun mécompte et le dispensera absolument de l'emploi si aléatoire des actinomètres ou photomètres.

Quant à l'opérateur exercé, il pourra faire son profit des observations complémentaires que voici :

1° Quand le Soleil luit, un ciel *parsemé* de nuages *blancs* l'emporte en actinisme sur un ciel bleu, car ces nuages agissent comme autant de réflecteurs de la lumière blanche de l'astre. Dans ce cas, les coefficients B peuvent bien être appliqués sans grand inconvénient, mais il est cependant préférable de les modérer.

2° A s'en rapporter à la Table, l'intensité chimique serait la même à égale distance avant et après midi. Ce n'est pas tout à fait exact : en réalité, l'actinisme du matin l'emporte sur celui du soir. Cette différence est due aux condensations de vapeur qui s'opèrent pendant la nuit. En pratique, elle est négligeable. Nous la relevons,

uniquement pour donner à l'amateur le conseil de choisir de préférence la matinée pour opérer, d'autant plus que le vent est toujours moindre pendant la première moitié du jour que pendant la seconde.

3° Il vaut mieux ne pas opérer l'été après 6^h du soir, l'hiver après 4^h; non seulement, comme on peut le constater, les poses deviennent alors très longues, mais en outre les épreuves obtenues sont le plus souvent ternes et sans vigueur.

4° La lumière diffuse qui vient du nord est plus bleue (ce point de l'horizon étant toujours latéralement éclairé), et par conséquent plus active que celle qui vient du midi. On devra s'en souvenir, non seulement pour le choix de l'emplacement d'un atelier, mais aussi pour les portraits en plein air.

5° Au bord de la mer, par suite de la grande quantité de rayons bleus réfléchis par les flots, la lumière est plus active que dans l'intérieur des terres.

6° Les brouillards légers, ceux du matin surtout, sont généralement plus lumineux que les temps gris de même apparence, car la vapeur d'eau en suspension dans l'atmosphère diffuse alors beaucoup de lumière blanche. En revanche, les brouillards épais, à travers lesquels le Soleil, quand il peut percer, apparaît comme un disque rouge, sont au contraire très peu actiniques.

3. **De l'altitude.** — Nous avons maintenant à dire un mot de l'altitude et de la température.

L'intensité actinique de la lumière croît avec l'altitude au-dessus du niveau de la mer : ce résultat est dû à la fois à la diminution de l'épaisseur de l'enveloppe atmosphérique et à sa plus grande pureté, qui permettent aux rayons bleus d'arriver plus nombreux sur les corps terrestres. Ce facteur n'a encore été l'objet que d'études très incomplètes.

En théorie, et si l'on se place uniquement au point de vue de la densité des couches d'air traversées, l'atmosphère, à l'altitude de 8000^m, peut être considérée comme ayant perdu les $\frac{5}{8}$ de son action absorbante sur les rayons chimiques; mais cette donnée ne tient pas compte de ce que les couches basses sont de beaucoup les plus chargées de poussières et de vapeur d'eau.

En pratique, un seul résultat paraît acquis : à 2000^{m} le temps de pose est moitié moindre qu'au niveau de la mer [1].

Cette dernière indication est d'ailleurs suffisante pour guider l'opérateur.

4. **De la température.** — L'influence de la température, facteur inévitable dans toute réaction chimique, n'a pas été mieux étudiée.

Il paraît acquis cependant qu'elle a son maximum d'action à environ 10° centigrades : les grandes chaleurs et les grands froids ralentissent l'impression photographique. Dans quelle mesure? C'est encore indéterminé. Les explorateurs des régions septentrionales et ceux des pays tropicaux ne devront pas perdre de vue cette cause de prolongation de temps de pose. Mais, sous nos climats, à moins de circonstances exceptionnelles, il n'y a pas lieu de s'en préoccuper.

Nous parlons, bien entendu, de la température ambiante au moment de l'exposition de la plaque sensible, et non de la température du bain de développement. Cette dernière exerce une action spéciale dont nous parlerons plus loin.

5. **De la latitude.** — Nos chiffres, avons-nous dit, sont calculés pour la latitude de Paris (Table II). En fait, ils sont applicables partout en France.

Mais dans d'autres régions il peut être nécessaire de les modifier.

Nous avons vu que l'intensité actinique de la lumière du jour est essentiellement subordonnée à la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon, puisque de cette hauteur dépendent à la fois et l'obliquité plus ou moins grande des rayons et le degré d'absorption qu'ils ont à subir dans leur traversée des couches de l'atmosphère.

Or, la hauteur du Soleil, à un jour et à une heure déterminés, varie, pour les divers points de la surface du globe, suivant la latitude.

Pour tenir compte des variations du pouvoir actinique de la lumière aux diverses latitudes, il faut donc connaître : 1° les

---

[1] Mais non pas qu'au bord de la mer. *Voir* ci-dessus page 23, n° 5.

coefficients de pose à appliquer suivant les différentes hauteurs du Soleil au-dessus de l'horizon; 2° la hauteur du Soleil au lieu, au jour et à l'heure où l'on doit opérer.

Les coefficients de pose selon la hauteur du Soleil sont contenus dans la Table III ci-dessous.

Comme on le remarquera, l'unité de cette Table est la même que celle de la Table II.

Toutes les observations présentées au sujet de cette dernière sont donc applicables à la Table III.

Table III.

Coefficients d'éclairage sous toutes les latitudes.

Coefficients de pose à l'extérieur selon la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon et selon l'état du ciel.

HAUTEUR DU SOLEIL au-dessus de l'horizon.	PLEIN SOLEIL sur le sujet.	CIEL BLEU SANS SOLEIL sur le sujet.	CIEL COUVERT et gris.	CIEL COUVERT et très sombre.
0°	54	54	81	135
10	9,8	10	15	25
20	3,2	6,4	9,6	16
30	1,8	4,8	7,2	12
40	1,4	4,4	6,6	11
50	1,1	4	6	10
60	1,0	4	6	10
66 (1)	1,0	4	6	10
70	1,0	4	6	10
80	0,9	4	6	10
90	0,9	4	6	10

(1) La hauteur de 66°, soit celle du Soleil à Paris, le 21 juin, à midi, est prise pour unité.

Reste à savoir comment sera évaluée la hauteur du Soleil au lieu, au jour et à l'heure de l'exposition.

Le photographe peut utiliser dans ce but, soit un simple graphomètre d'arpenteur muni d'un niveau à bulle d'air ou d'un fil à plomb, soit un des instruments, non moins simples, mais plus portatifs, en usage dans la Marine pour la mesure des déclinaisons.

Il peut aussi, s'il tient à être fixé à l'avance, recourir aux Tables astronomiques.

Insister sur ce point de vue serait sortir de notre cadre. Nous devons cependant, malgré notre résolution de laisser absolument de côté tout ce qui confine aux Mathématiques, placer sous les yeux de nos lecteurs une formule qui permet de calculer la hauteur du Soleil suivant la latitude, l'époque de l'année et l'heure du jour. Elle rendra des services aux voyageurs.

Soient λ la latitude du lieu, δ la déclinaison du Soleil et α son angle horaire, au jour et à l'heure où l'on opère; la hauteur h du Soleil est donnée par l'équation

$$\sin h = \cos\alpha \cos\lambda \cos\delta + \sin\lambda \sin\delta.$$

Comme on s'en convaincra si l'on a à se servir des indications ci-dessus, les variations de l'actinisme à la surface du globe ne sont pas aussi considérables qu'on pourrait le supposer. Elles ne prennent vraiment de l'importance que dans les régions très éloignées de l'équateur.

Mais l'opérateur devra tenir grand compte des nombreuses causes locales, comme le degré de transparence de l'atmosphère, la couleur du sol, le voisinage de la mer ou d'une nappe d'eau, la présence de neiges ou de glaciers, qui peuvent influer sur l'absorption ou la réflexion de la lumière.

Elles ont souvent une importance capitale.

En temps de neige, par exemple, il y a une telle réverbération de reflets blancs que la lumière atteint une puissance d'action extrêmement vive.

Sous les tropiques, dans la saison des pluies, les opérations sont très difficiles à cause de l'irrégularité de l'actinisme et de l'amplitude de ses variations. A des averses torrentielles succèdent de brusques coups de soleil, et l'intensité chimique, nulle pendant l'orage, devient très grande à chaque éclaircie.

2° *De la lumière du jour à l'intérieur.*

Si du plein air nous passons à l'intérieur, de nouveaux facteurs vont entrer en ligne.

Il serait inutile de les étudier de près pour l'atelier du photographe de profession : une courte expérience, bientôt complétée par les résultats du travail quotidien, y apprend très vite à l'opérateur dans quelle proportion il doit majorer la pose qu'il emploierait à l'extérieur. (*En général,* à l'atelier, il faut poser trois fois plus qu'au dehors, à l'ombre.)

Il n'en est pas de même pour les intérieurs proprement dits : appartements, églises, etc., où l'on opère occasionnellement.

Ici, non seulement il faut toujours déterminer, comme nous l'avons indiqué, l'intensité actinique de la lumière du jour à l'extérieur, mais, de plus, il est nécessaire de tenir compte :

1° Des dimensions de l'ouverture ou des ouvertures qui donnent accès à la lumière;

2° De la distance qui sépare ces ouvertures du sujet à reproduire;

3° S'il existe un vitrage, de la nature et de la coloration de ce vitrage.

En effet, plus l'ouverture est grande, plus est considérable la quantité de lumière admise; autrement dit, *la lumière est directement proportionnelle aux surfaces d'éclairage.*

En second lieu, selon une loi d'optique élémentaire, *les quantités de lumière reçues normalement par une même surface, à différentes distances d'une même ouverture lumineuse, sont en raison inverse du carré des distances.* A 4^m d'une fenêtre, par exemple, la lumière est seize fois plus faible qu'à 1^m; à 8^m, elle est soixante-quatre fois moindre; etc.

Enfin, s'il existe un vitrage incolore, la quantité de lumière dépendra de son degré de transparence, et, si l'on a affaire à un vitrage coloré, la nature de sa coloration, favorable ou opposée au passage des rayons actiniques, pourra avoir une grande importance.

Le plus souvent cependant, il suffit de tenir compte des deux premiers facteurs.

Une excellente formule, due à M. Boursault et publiée par M. Stanislas Meunier, donne la solution du problème.

Un objet placé en plein air, dit M. Stanislas Meunier, peut être considéré comme étant au centre d'une demi-sphère transparente de diamètre illimité. Partant de là, on peut comparer l'éclairage d'un sujet placé dans un intérieur à l'éclairage du même sujet situé au centre d'une demi-sphère ayant pour rayon la distance du sujet à l'ouverture. La lumière reçue dans les deux cas est alors directement proportionnelle aux surfaces d'éclairage.

On détermine le temps de pose t pour le sujet placé en plein air, puis on calcule la surface S de la demi-sphère ayant pour rayon la distance D de l'objet à l'ouverture, et enfin la surface s de cette ouverture. Le temps de pose T est alors $T = \frac{tS}{s}$. Pour généraliser ce calcul, il est plus simple de considérer une demi-sphère unité de 1^m de rayon et de remplacer dans la formule la surface S par sa projection s' sur la demi-sphère unité. On a ainsi

$$S = 2\pi R^2 = 6,28, \qquad s' = \frac{s}{D^2},$$

et enfin

$$T = \frac{6,28\,t \times D^2}{s}.$$

En principe, il faudrait tenir compte de la position de l'ouverture : quand elle est trop près du sol, l'éclairage est plus faible que quand elle est au-dessus du sujet; mais, dans la pratique, cette erreur, comme celle qui peut résulter de l'influence d'un vitrage incolore, est négligeable et peut être corrigée au développement (1).

Cette formule donne les meilleurs résultats. Précisons-en l'application par un exemple.

Soit à photographier un objet placé dans une chambre, en face et à 4^m de distance de deux fenêtres mesurant chacune 2^m de hau-

(1) Journal *La Nature*, 28 juillet 1888.

teur sur 1^m de largeur. Soit 3^s la pose t qui serait nécessaire pour reproduire cet objet exposé à l'extérieur à la lumière diffuse [1].

On a, d'après la formule,

$$t = 3, \qquad D^2 = 16, \qquad s = 4.$$

D'où, le temps de pose à l'intérieur

$$T = \frac{6,28 \times 3 \times 16}{4} = 75,36.$$

On posera donc 75^s.

Parfois, la surface du sujet à photographier occupe une position oblique par rapport aux ouvertures et ne reçoit pas normalement les rayons lumineux. Ses divers points sont alors inégalement distants de ces ouvertures, et par suite inégalement éclairés. C'est le cas pour un appartement dont on veut reproduire le côté perpendiculaire au plan des fenêtres. En pareille occurrence, il faut :

1° Dans le calcul de la surface des ouvertures s tenir compte de l'inclinaison de leur plan et mesurer ou apprécier seulement la section droite du faisceau lumineux ;

2° Choisir comme distance du sujet aux ouvertures, D, soit la distance du point le plus important, soit la moyenne entre les distances extrêmes, soit même, ce qui est généralement préférable, la distance la plus grande. En prenant ce dernier parti, on aura la certitude d'obtenir des détails dans les parties les moins éclairées, mais il faudra développer avec prudence et lenteur, pour ne pas voiler les parties forcément surexposées par suite de leur proximité de la source lumineuse.

On peut aussi se servir d'une lumière artificielle, de celle du magnésium par exemple, pour éclairer, pendant une partie de la pose, le côté le plus sombre du sujet.

Si l'on recule devant ces calculs, pourtant bien simples et applicables dans la grande majorité des cas, on pourra recourir à l'em-

---

[1] Si les rayons du Soleil, pénétrant dans l'extérieur, venaient frapper directement l'objet, il va de soi que, influence du vitrage mise à part, la pose serait la même qu'à l'extérieur.

ploi, beaucoup plus aléatoire, d'un actinomètre, d'un photomètre ou d'un radiomètre, mais seulement dans les limites et sous les réserves indiquées plus haut.

Le photomètre Decoudun est l'instrument le plus recommandable en pareille circonstance.

Quant au vitrage, s'il est incolore et transparent, son influence, nous l'avons déjà dit, est le plus souvent négligeable et peut être corrigée au développement. Un vitrage transparent, en verre ordinaire, n'intercepte guère que $\frac{1}{8}$ des rayons lumineux; il en arrête $\frac{1}{4}$ s'il est constitué par deux épaisseurs de verre. Si l'on a affaire à des verres dépolis, il devient nécessaire de tenir compte de la quantité de lumière absorbée, soit en l'appréciant au jugé, appréciation relativement facile, soit en ayant recours au photomètre.

En moyenne, un vitrage en verre *dépoli* simple, translucide mais non transparent, laisse passer au maximum 75 pour 100 de la lumière qui vient le frapper; un vitrage de plafond de salle, en verre dépoli et carreau de toit vitré par-dessus, si l'on fait entrer en ligne de compte la poussière qui s'y accumule toujours plus ou moins, ne transmet pas plus de 40 pour 100 de l'intensité lumineuse extérieure.

Les difficultés deviennent graves dès que l'on est aux prises avec un vitrage coloré, avec des vitraux, par exemple, comme il arrive dans les églises.

Les rayons jaunes et rouges, dont nous connaissons le faible pouvoir actinique, dominent alors dans la lumière admise. La pose doit être très longue, et tout moyen de la déterminer avec précision fait à peu près défaut.

Dans ce cas, on doit recourir, soit à l'emploi d'un radiomètre avec écran coloré, soit, si l'éclairage est suffisamment intense, à un actinomètre à papier nitraté; sinon, il faut procéder par tâtonnements et l'on en est souvent réduit à exposer plusieurs plaques avant d'obtenir un cliché satisfaisant, opérations d'autant plus pénibles que chacune d'elles exige parfois plusieurs heures.

Veut-on un chiffre à titre d'indication très vague? D'après notre expérience personnelle, un intérieur, éclairé par des vitraux de couleur, demande, en moyenne, une pose quarante fois plus longue

qu'un intérieur éclairé par un vitrage ordinaire. Mais ce coefficient, nous n'avons pas besoin de le dire, est variable et fortement sujet à caution.

Le problème de la détermination du temps de pose pour les intérieurs à éclairage coloré n'est pas cependant un problème absolument insoluble : les plaques dites *iso* ou *orthochromatiques*, que nous avons déjà nommées et dont nous nous occuperons plus loin, peuvent en donner à peu près la solution.

Ces plaques, moins impressionnables que les plaques ordinaires sous l'action des rayons bleus, sont en revanche plus sensibles à l'action des rayons jaunes, des rayons orangés et même de certains rayons rouges. Aussi n'est-il pas indispensable, en général, pour déterminer leur durée d'exposition, de se préoccuper de l'intensité actinique, et suffit-il, à l'intérieur comme à l'extérieur, de tenir compte de l'intensité lumineuse.

Un photomètre optique, le Decoudun, par exemple, devient alors un guide suffisant. Les temps de pose inscrits à la Table de l'instrument, étant destinés aux plaques ordinaires, ne peuvent évidemment être appliqués tels quels, mais on les utilise à titre de coefficients.

Quelques conseils pour terminer.

Avez-vous à reproduire l'intérieur d'un appartement? Appliquez du papier de soie sur les vitres des fenêtres ou tendez-y des rideaux de mousseline. La pose sera plus longue, mais l'épreuve gagnera beaucoup en douceur et en harmonie.

Une des ouvertures regarde-t-elle l'objectif et doit-elle par suite figurer sur le cliché? Supprimez-en la lumière, soit en la fermant s'il est possible, soit en collant du papier noir sur le vitrage, soit en suspendant au-devant de l'objectif, par un fil métallique très mince, un petit carton noir, à bords dentelés, ayant la forme de l'ouverture et placé de façon à en couvrir l'image sur le verre dépoli ; posez d'abord le temps voulu pour l'intérieur; recouvrez ensuite l'objectif sans déplacer en rien l'appareil; puis dégagez l'ouverture et posez pour elle, en sus de la première pose, le temps très court qu'elle demande.

Par ce procédé, la vue extérieure se trouve reproduite dans

l'encadrement de la fenêtre, et l'on obtient de charmants effets.

De plus, en évitant ainsi la surexposition de l'ouverture, on prévient la formation d'un halo.

Le *halo photographique* est cette auréole lumineuse qui se montre sur l'épreuve autour de l'image de toutes les parties très brillantes ou fortement éclairées : fenêtres, pierreries, fragments de ciel vus à travers des branches, etc. Il les environne d'une espèce de brouillard, analogue d'aspect au cercle dont le Soleil s'entoure par les temps brumeux : de là son nom.

Ce phénomène est dû à la réflexion, sur la face postérieure de la plaque de verre, des rayons lumineux qui traversent la surface sensible : la pose étant excessive pour les points brillants, les rayons réfléchis autour de l'image de ceux-ci ont le temps d'impressionner la couche.

Le halo ne se produit pas, par suite de l'absence de verre et de la faible épaisseur du support transparent, avec les papiers pelliculaires, les pellicules et les plaques souples.

Les plaques orthochromatiques en sont également exemptes, leur couleur peu actinique mettant obstacle au passage des rayons réfléchis.

Avec les plaques ordinaires, on supprime l'irradiation en revêtant la face postérieure de la glace d'un vernis noir mat, possédant un indice de réfraction rigoureusement égal à celui du verre; les rayons lumineux pénètrent alors, sans se réfléchir, dans ce nouveau milieu et y sont absorbés.

Un mélange d'essences de girofle et de cannelle, chargé de noir de fumée, est tout à fait efficace; mais cet enduit, qui ne peut être utilisé à l'état sec et dont l'indice de réfraction doit être vérifié au moment d'opérer, ne saurait être couramment employé par les praticiens.

M. A. Cornu, qui a fait de cette question une étude spéciale [1], promet de faire connaître prochainement un vernis ayant, après dessiccation, le même indice que le verre à vitre ordinairement employé, et permettant, par conséquent, de préparer les glaces à l'avance.

---

[1] Note présentée à l'Académie des Sciences, séance du 17 mars 1890.

En attendant, on obtiendra d'excellents résultats en recouvrant l'envers de la plaque d'une couche de collodion normal contenant en dissolution une petite quantité de chrysoïdine.

Il n'est pas nécessaire d'enlever cette couche avant le développement, car elle est sans action sur les révélateurs et sa transparence permet de suivre la venue de l'image. On peut donc la conserver pour la retouche du cliché.

IV. — DE LA LUMIÈRE DE LA LUNE.

Mentionnons pour mémoire les photographies faites *au clair de lune*. Elles sont parfois assez curieuses.

Il est indispensable d'opérer pendant la pleine lune, pour avoir le maximum d'éclairage, et au moment où l'astre, très élevé dans le ciel, est près de sa culmination, afin que le déplacement des ombres soit le plus faible possible pendant la durée de la pose.

Dans ces conditions, l'exposition doit être environ 60000 fois plus longue que par l'unité de la Table II, c'est-à-dire que par plein soleil de juin à midi, sous la latitude de Paris.

Exemple : une vue comprenant de la verdure, prise avec un objectif diaphragmé au quatorzième de sa distance focale ([1]), sur une plaque extra-rapide, demandera une heure de pose environ.

V. — DES LUMIÈRES ARTIFICIELLES.

Les lumières artificielles sont utilisées pour la reproduction des intérieurs obscurs ou très sombres, pour celle des souterrains, des grottes, etc.; et aussi, la nuit, pour le portrait et la photographie des scènes de théâtre.

Les modes ordinaires d'éclairage, bougies, lampes à huile ou à pétrole, becs de gaz, exigent des durées d'exposition extrêmement prolongées.

En admettant que la source de lumière soit placée à 1^m de distance du sujet à reproduire, et en prenant pour point de compa-

([1]) Ceux de nos lecteurs qui ignorent la signification de ces mots l'apprendront un peu plus loin (*voir* p. 52).

raison l'unité de la Table II, les coefficients de pose sont les suivants :

Bougie ordinaire	18000
Lampe à huile ordinaire ou lampe à pétrole à mèche ronde	2250
Bec de gaz papillon	1000
Lampe à incandescence d'Edison ou de Swan alimentée par 14 éléments de Grove	50000
Lampe à incandescence d'Edison ou de Swan alimentée par 20 éléments	4700
Lampe à incandescence d'Edison ou de Swan alimentée par 24 éléments	1600

On devrait donc poser à la lumière d'un bec de gaz mille fois plus que par plein soleil, à midi, sous la latitude de Paris.

Sauf dans des cas exceptionnels, il n'est guère possible de tirer parti d'aussi faibles éclairages.

Aussi a-t-on généralement recours soit à la lumière oxyhydrique, soit à celle d'une lampe à arc, soit à celle du magnésium.

Les coefficients sont alors :

Lumière oxyhydrique ordinaire	50
Lampe électrique à arc	36
Fil de magnésium plat de $0^{mm},3$ de largeur	14

On ne doit pas oublier que l'intensité de l'éclairage est toujours en raison inverse du carré de la distance qui sépare le sujet de la source lumineuse. Si donc, au lieu de la distance de 1^{m} que nous avons prise pour base, on avait affaire à celle de 4^{m}, par exemple, on poserait seize fois plus, et ainsi de suite.

La poudre de magnésium, fort en vogue en ce moment, fournit un éclairage extrêmement actinique et d'un grand éclat. Avec les plaques isochromatiques, une lumière-éclair jaune, produite par la combustion d'un mélange de 1 partie de cette poudre et de 5 à 6 parties d'azotate de soude anhydre, donne des résultats très harmonieux pour la photographie des intérieurs ou des objets à couleurs sombres. Avec les plaques ordinaires, on emploie la poudre de magnésium pure. 1^{gr} de cette substance, brûlé, par insufflation dans une flamme, à 3^{m} du modèle, permet d'obtenir facilement,

avec un objectif diaphragmé au onzième de sa longueur focale, un portrait instantané.

Si nous avons cité les chiffres ci-dessus, c'est uniquement à titre de renseignement; car, les diverses lumières artificielles variant à l'infini comme intensité et comme actinisme, il serait oiseux de chercher à déterminer *a priori* le temps de pose qu'elles exigent; dans chaque cas particulier, une expérience préalable en apprendra plus que toutes les théories et tous les calculs.

CHAPITRE III.

DU SUJET.

Nous en avons fini avec le premier et le plus important des facteurs du temps de pose : l'intensité de l'éclairage.

Nous avons maintenant à étudier l'action exercée par le sujet à reproduire.

La durée d'exposition varie suivant l'*éclat actinique* du sujet, et cet éclat dépend :

1° De la nature de la lumière réfléchie par le sujet, c'est-à-dire de sa *couleur;*

2° De la *distance* plus ou moins grande qui le sépare de l'appareil photographique.

Voyons d'abord la couleur.

Les corps non lumineux par eux-mêmes ne deviennent visibles qu'à la condition de pouvoir renvoyer la lumière qu'ils reçoivent d'une source éclairante.

Or, nous l'avons rappelé, tous les corps ne se comportent pas de même à cet égard, et leur couleur résulte de la manière dont ils agissent sur les divers rayons dont la lumière est constituée. Un corps *blanc* est celui qui réfléchit de même tous les rayons du spectre; un corps *noir* les absorbe tous; un corps *bleu* réfléchit les rayons bleus et absorbe les autres, etc.

On sait, en outre, que tous les rayons colorés n'ont pas la même action photographique et que, si les rayons bleus, entre autres, sont les plus actifs sur la plaque sensible, les rayons rouges, au contraire, sont de beaucoup les moins énergiques.

De là cette conséquence : *des corps diversement colorés n'im-*

pressionnent pas au même degré la plaque sensible dans le même laps de temps.

En un mot, toutes les couleurs ne s'impriment pas également vite.

La pose doit donc être réglée selon la couleur du sujet.

Pour la reproduction d'un objet d'une seule et même couleur (tel qu'un meuble en bois sculpté), la solution du problème est simple : il suffit de la demander à l'expérience.

La pratique, en effet, a déterminé la durée proportionnelle de la pose à employer suivant les différentes colorations.

Voici les chiffres qu'elle a consacrés.

Remarque essentielle : ils ont été établis, non pas dans le but de fournir une impression identique avec les diverses teintes, mais, au contraire, en vue de rendre sur l'épreuve la valeur relative de leur éclat lumineux : tous les objets ne seront pas reproduits dans le même ton; un objet blanc viendra très clair, un objet noir, très foncé, un objet vert, à demi foncé, etc.

Comme les chiffres déjà donnés, ceux-ci ne sont que des coefficients, nous les appellerons COEFFICIENTS D'ÉCLAT INTRINSÈQUE.

TABLE IV.

Coefficients d'éclat intrinsèque pour sujets monochromes.

Coefficients de pose selon la couleur du sujet à reproduire.

1°	Blanc et noir, surface plate	20
2°	Blanc, ronde bosse	30
3°	Gris clair	60
4°	Gris foncé	120
5°	Bleu clair	30
6°	Bleu foncé	60
7°	Violet clair	30
8°	Violet foncé	60
9°	Jaune clair	120
10°	Jaune foncé	330
11°	Vert clair	120
12°	Vert foncé	300
13°	Brun clair	130
14°	Brun foncé	300
15°	Rouge clair	150
16°	Rouge foncé	330
17°	Noir	330

Le n° 1 de la présente Table correspond au n° 26 de la Table V, l'unité des deux Tables étant la même (*voir* p. 43).

L'unité de la Table ci-dessus est la même que celle de la Table V que l'on trouvera plus loin; le sujet n° 1 de la Table IV correspondant au sujet n° 26 de la Table V, la durée d'exposition sera la même pour ces deux numéros.

Par tout autre éclairage que le plein soleil de juin, à midi, sous la latitude de Paris, les chiffres de la Table IV devront être multipliés par un des coefficients lumineux de la Table II ou de la Table III, ainsi que par les autres coefficients de pose. Nous expliquerons ultérieurement comment ce calcul doit être effectué.

Retenons seulement deux observations importantes :

1° Le pouvoir photogénique des sujets à couleur peu actinique, comme le jaune, le rouge ou le noir, s'affaiblit plus rapidement que l'intensité de la source lumineuse; autrement dit, le temps de pose s'accroît en plus grande proportion que l'éclairage ne

diminue. Il faut donc, pour ces sortes de sujets, et par les lumières faibles, poser au delà de la durée indiquée par la combinaison des coefficients et la dépasser d'autant plus : 1° que l'éclairage est plus faible; 2° que la couleur est moins actinique.

2° Les chiffres de la Table ci-dessus sont applicables aux plaques ordinaires au gélatinobromure; ils ne sauraient être utilisés avec les plaques isochromatiques.

Le cas que nous venons d'envisager est une exception assez rare dans la photographie d'amateur.

Presque toujours, à l'extérieur surtout, le sujet à reproduire comprend plusieurs couleurs différentes.

Il devient alors impossible de donner à chacune d'elles son temps de pose exact, et l'on doit forcément s'en tenir à une sorte de moyenne.

Dans ce cas, la photographie ordinaire est impuissante à fournir une image où les *valeurs* des divers tons soient exactement rendues. Le jaune, la plus brillante des couleurs, mais aussi l'une des moins actiniques, vient en noir, comme le rouge; le bleu, sombre pour l'œil, mais actif pour la plaque, vient en blanc; le vert est rendu par une teinte beaucoup trop foncée; cette teinte serait même tout à fait noire, si les objets verts ne réfléchissaient pas une certaine quantité de lumière blanche qui leur vient des corps environnants. (Le jaune et le rouge lui-même sont souvent dans ce cas.)

Les procédés orthochromatiques ont pour but la suppression de ce grave défaut.

Nous y reviendrons.

Avec les plaques ordinaires, comment devra-t-on régler la pose en cas de couleurs multiples?

En prenant une sorte de moyenne, avons-nous dit. Il faut toutefois se souvenir que l'effet produit par un rayon coloré sur la plaque sensible n'est pas indéfiniment proportionnel à la durée de son action; au delà d'une certaine limite, cette action s'arrête, puis se renverse, et l'impression première tend à se détruire.

De là ce principe que, *plus un sujet présente d'oppositions,*

soit dans les couleurs, soit dans l'éclairage, plus la pose doit être prolongée.

On arrive de la sorte à diminuer l'intensité des noirs du négatif, tout en permettant aux parties antiphotogéniques de l'original de s'imprimer davantage.

Il suffit de régler la durée d'exposition de manière à atteindre la limite au delà de laquelle la réduction de tous les points de la plaque cesse d'être proportionnelle aux temps de pose; les grandes lumières arrêtent alors leur action, tandis que les ombres continuent à impressionner la couche sensible, et le cliché s'harmonise.

C'est ainsi qu'on parvient à rendre la valeur relative des lumières et des ombres. Il faut seulement veiller à arrêter l'exposition au moment où les parties de l'image les plus surexposées commenceraient à se voiler, et là gît la difficulté.

En sens inverse, et toujours par le même motif, un sujet dépourvu d'oppositions ou insuffisamment nuancé demande une pose d'autant plus réduite qu'il est plus uniforme.

Venons-en au second facteur : la distance qui sépare de l'appareil photographique le sujet à reproduire.

Son importance ne saurait être négligée dès qu'il s'agit de photographies à l'extérieur, de paysages notamment.

Plus la grandeur relative de l'image diminue, c'est-à-dire plus le sujet à photographier présente de surface, les dimensions de l'image restant les mêmes, plus l'impression est rapide.

Donc, *plus le sujet est éloigné, moins il faut poser.*

Et cela, indépendamment de toute variation dans la longueur focale de l'objectif (1).

Il n'y a cependant aucune proportionnalité mathématique entre la dimension de l'image et l'énergie de l'impression lumineuse; et il ne faudrait pas s'imaginer, comme l'ont fait certains auteurs, que pour un même sujet, reproduit par un même objectif, à une image d'une surface moitié moindre correspond toujours une action lumineuse deux fois plus grande.

---

(1) *Voir* plus loin p. 50.

Ce serait absolument inexact.

Si, d'une part, la quantité de rayons lumineux reçue par l'objectif s'accroît sur chaque point de l'image proportionnellement à la réduction de surface de celle-ci, d'autre part, les rayons réfléchis par le sujet à reproduire, dans leur trajet pour atteindre l'appareil, s'affaiblissent en raison inverse du carré de la distance; une image quatre fois plus petite envoie bien seize fois plus de lumière, mais cette lumière parvient à la plaque seize fois plus faible : les deux effets se compensent.

Toutefois, s'il n'y a pas de proportionnalité, il existe une différence très sensible : à toute diminution importante dans la grandeur relative de l'image correspond un certain accroissement dans l'action sur la plaque sensible. C'est un fait d'expérience.

Ce phénomène doit être attribué à la lumière, blanche ou bleue, qui est diffusée par la couche d'air interposée entre le sujet et l'appareil. Nous avons signalé cette propriété de la vapeur d'eau et des poussières en suspension dans l'atmosphère de réfléchir les rayons blancs et bleus de la lumière solaire; il est aisé de comprendre que plus la couche d'air interposée est épaisse, plus la quantité de lumière réfléchie par le milieu devient considérable. C'est elle qui, créant la *perspective aérienne,* estompe les couleurs et les ombres des objets éloignés et les noie à l'horizon dans une teinte vaporeuse et bleue. Cette lumière, très actinique, vient s'ajouter à la lumière réfléchie par le sujet. De là l'effet observé.

La distance du sujet à l'appareil, lorsqu'elle devient faible, exerce, sur la durée de la pose, une influence d'une autre nature, en entraînant un accroissement dans la longueur focale de l'objectif. Mais ce point de vue spécial relève des facteurs optiques : nous l'étudierons au Chapitre IV.

L'application des principes ci-dessus, contrôlée par de nombreuses expériences, a permis de se rendre compte de la durée relative de la pose suivant les différents sujets.

Voici, à cet égard, la Table dont nous faisons usage depuis plusieurs années. Elle embrasse la grande majorité des cas qui peuvent se présenter.

Comme on pourra le remarquer, pour certains sujets (*ceux en lettres italiques*), le coefficient donné n'a pas exclusivement trait aux facteurs *coloration* et *distance* et tient compte aussi d'un certain éclairage, différent de l'éclairage type. Cette confusion, blâmable au point de vue théorique, a en pratique de tels avantages que nous n'avons pas cru devoir l'éviter. (*Voir* les observations qui font suite à la Table.)

TABLE V.

Coefficients d'éclat intrinsèque pour sujets polychromes.

Coefficients de pose selon la coloration et la distance du sujet à reproduire.

1° Nuages	1
2° Mer. Neige	2
3° Bateaux en mer. Glaciers avec rochers	6
4° Lointains et vues panoramiques, sans masses de verdure	4
5° » » avec masses de verdure claire	6
6° » » » foncée	8
7° Vues de verdure avec nappe d'eau	10
8° » rapprochée, seule	20
9° Bords de rivières ombragés	40
10° Dessous de bois à couvert léger, très éclairé	40
11° » » moins éclairé	80
12° » à couvert épais	120
13° » » avec masses de verdure foncée ou troncs foncés à l'avant-plan	300
14° Fonds de ravins ombragés	300
15° Excavations de rochers	80
16° Monuments blancs et vues avec plans rapprochés bien éclairés	8
17° Monuments sombres et vues avec plans rapprochés peu éclairés	12
18° Détails d'architecture, pierre claire	20
19° » » pierre sombre	40
20° Cours intérieures en partie dans l'ombre	40
21° Sujets animés. Nature morte	20
22° *Groupes et portraits, en pied, à l'ombre*	80
23° » » » » *très près d'une fenêtre ou sous un abri*	160
24° *Groupes et portraits, en pied, à l'atelier*	250
25° » » » *dans un salon ordinaire*	1300
26° Reproductions de traits noirs sur fond blanc, cartes ou gravures	20
27° » de photographies	30
28° *Intérieurs d'appartements bien éclairés*	800
29° » » *sombres*	2400
30° *Intérieur d'église bien éclairé*	12000

1° La pose nécessaire à la reproduction d'une vue de nuages, par plein soleil, a midi, le 21 juin, sous la latitude de Paris, est prise pour unité.

2° Le n° 26 de la Table ci-dessus correspond au n° 1 de la Table IV, l'unité des deux Tables étant la même (*voir* p. 38).

Observations à noter :

1° Comme il sera expliqué plus loin, *les chiffres de la Table ci-dessus devront être multipliés par les autres coefficients de pose,* et notamment, selon les variations de la lumière extérieure, par les coefficients de la Table II ou de la Table III.

2° Par exception, *pour les nos* 22 *à* 25 *et* 28 *à* 30, groupes, portraits et intérieurs (sujets en lettres italiques), *l'éclairage type, au lieu d'être le plein soleil, équivaut à l'éclairage* B *de la Table II :* ciel bleu sans soleil sur le sujet.

De là, pour ces numéros, une double conséquence : 1° *les coefficients de la Table V ne doivent jamais être multipliés par les chiffres des colonnes* A *de la Table II;* 2° *ils doivent être multipliés, suivant la date, l'heure et l'état du ciel, non par les chiffres des colonnes* B, C *ou* D *de la Table II, mais par* $\frac{1}{4}$ *de ces chiffres* (le nombre 4 étant l'unité de l'éclairage B).

Exemples : le 20 avril, à 4 heures du soir, par ciel bleu, au lieu de multiplier les coefficients de la Table V (nos 22 à 25 et 28 à 30) par 6, on les multipliera par 1,5 ($\frac{6}{4} = 1,5$); à la même date et à la même heure, par ciel très sombre, au lieu de les multiplier par 15, on les multipliera par 3,75 ($\frac{15}{4} = 3,75$); etc.

Pour les groupes et portraits, on pourra éviter ce calcul spécial en utilisant le coefficient n° 21, lequel doit être multiplié, comme les autres coefficients de la Table V, par les chiffres de la Table II, sans modifications. *Mais alors, si l'on n'opère pas en plein air, on devra recourir à la formule de M. Boursault* (1).

Pour les reproductions d'intérieurs, l'emploi de la même formule permettra également d'appliquer tels quels les coefficients de la Table II; il suffira de prendre pour coefficient d'éclat intrinsèque, suivant la tonalité plus ou moins sombre de l'intérieur, soit le n° 18, *soit le n°* 19 *de la Table V* (détails d'architecture).

Il va de soi, d'ailleurs, que les coefficients nos 23 à 25 et 28 à 30 ne peuvent être qu'approximatifs; nous les donnons à titre de simple renseignement.

---

(1) *Voir* Chap. II, p. 28.

3° *Si, au lieu d'un portrait en pied* (n°s 22 à 25), *on exécute un portrait en buste, les coefficients devront être doublés,* auquel cas il n'y aura pas lieu de se préoccuper de l'influence exercée sur la pose par l'allongement de la longueur focale de l'objectif.

4° *Si l'un des sujets n^os* 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19 *et* 21, *tout en étant éclairé par le plein soleil, a de notables parties dans l'ombre, doubler les coefficients.*

5° Si, dans une vue peu éloignée, il y a de la brume ou un léger brouillard, poser comme pour un lointain.

6° *Moins un sujet présente d'oppositions dans les tons ou de diversité dans les couleurs, moins il faut poser.* On fera ressortir les différentes valeurs d'un original trop uniforme, si faibles soient-elles : *a.* en faisant usage de plaques lentes, lesquelles donnent en général plus d'intensité et moins de détails que les plaques extra-rapides; *b.* en diaphragmant fortement l'objectif; *c.* en opérant par plein soleil, cet éclairage exagérant les contrastes entre les lumières et les ombres; *d.* en réduisant la pose; *e.* enfin, en additionnant de bromure le révélateur et en développant la plaque comme si elle était surexposée.

7° En sens inverse, *plus un sujet présente d'oppositions, plus la pose doit être prolongée.* C'est le cas pour les vues de lointains avec premiers plans, pour les monuments clairs flanqués de verdure, pour les eaux avec feuillages, cascades, etc. Ces sortes de sujets sont difficiles à reproduire : il faut poser assez pour obtenir des détails dans les parties sombres ou peu photogéniques et cependant ne pas voiler les parties les plus éclairées. Si l'on peut saisir un moment où les premiers plans et les verdures sont fortement éclairés, les lointains, monuments et masses d'eau restant dans l'ombre, les difficultés sont de beaucoup atténuées; elles s'accroissent au contraire, si c'est l'inverse qui se produit.

Les prescriptions à observer sont les suivantes : *a.* utiliser de préférence des plaques extra-rapides; *b.* diaphragmer le moins possible; *c.* éviter le plein soleil; *d.* prolonger la pose; *e.* révéler le cliché avec lenteur et en faisant usage, au début du dévelop-

pement, d'un bain très peu énergique qu'on laissera agir sans balancer la cuvette.

Un bon procédé, en pareil cas, consiste à interposer, sur le trajet des rayons lumineux, un verre vert, travaillé optiquement, que l'on adapte au parasoleil de l'objectif. On pose alors sans se préoccuper des parties les plus photogéniques du sujet; leur impression est retardée par l'élimination des rayons bleus qui ne peuvent traverser le verre vert et par conséquent agir sur la plaque. Et l'image gagne en douceur. Mais la durée de l'exposition s'accroît beaucoup; avec un verre vert, il faut poser au moins vingt fois plus que si l'on n'a pas recours à ce correctif (1).

Dans cet ordre d'idées, il est préférable de se servir de plaques isochromatiques avec écran jaune; leur emploi est même indispensable pour la reproduction des tableaux et des aquarelles. C'est pour ce motif que ces sujets ne figurent pas sur notre Table. Nous avons déjà dit que nous réservions pour un paragraphe spécial la question des plaques isochromatiques.

(1) Certains opticiens affirment sur leurs Catalogues que l'emploi du verre vert n'augmente en rien la durée de la pose *en ce qui concerne les verdures;* c'est une erreur.

CHAPITRE IV.

DE L'OBJECTIF.

Nous voici parvenus aux facteurs optiques.

Ils tiennent à la *clarté* de l'objectif employé.

De même que les ouvertures de nos appartements n'y laissent pas pénétrer toute la lumière extérieure, de même l'objectif, fenêtre de la chambre photographique, n'y admet qu'une partie de la lumière réfléchie par le sujet à reproduire. Et l'éclairage de la paroi de la chambre opposée à la fenêtre dépend essentiellement, dans l'appareil comme dans nos demeures, de l'ouverture plus ou moins grande de la fenêtre, de la distance qui la sépare de la paroi opposée et des verres qui garnissent l'ouverture.

La pose doit donc varier :

1° *Selon l'ouverture de l'objectif;*

2° *Suivant la distance qui sépare l'objectif de la plaque sensible;*

3° *Suivant le nombre et la nature des verres qui constituent l'objectif.*

I. — DE L'OUVERTURE DE L'OBJECTIF.

Tous les objectifs n'ont pas la même ouverture.

Or, la distance entre l'objectif et le verre dépoli restant constante, un même point de l'image qui se forme au fond de la chambre noire et y impressionne la plaque sensible reçoit d'autant plus de rayons lumineux que la surface de l'objectif est plus grande.

C'est l'application d'une loi d'optique élémentaire, déjà rappelée : *la lumière admise est directement proportionnelle aux surfaces d'éclairage.*

Ici, la surface d'éclairage, c'est-à-dire l'ouverture de l'objectif, est toujours un cercle.

Et les surfaces des cercles, la géométrie le démontre, sont entre elles comme les carrés des diamètres.

De là cette conséquence que la quantité de lumière admise est en raison directe du carré du diamètre de l'ouverture.

En pratique, cette ouverture de l'objectif doit toujours être délimitée au moins par un grand diaphragme, d'un diamètre un peu inférieur à celui des lentilles; le plus souvent même, en vue d'augmenter la netteté de l'image et de ses plans successifs, l'opérateur doit faire usage de diaphragmes à surface plus réduite, qui diminuent, parfois dans une forte mesure, les dimensions du faisceau lumineux admis par l'objectif.

Le diamètre de l'ouverture utile est donc toujours le diamètre d'un diaphragme, et l'on peut formuler ainsi la loi relative à ce facteur du temps de pose :

Les temps de pose sont inversement proportionnels aux carrés des diamètres des diaphragmes.

Soit un objectif dont le diaphragme est de $0^m,08$ de diamètre et un second objectif, *de même longueur focale,* dont le diaphragme mesure $0^m,04$ de diamètre : toutes choses égales d'ailleurs, on devra poser avec le second quatre fois plus qu'avec le premier.

En effet : $(0,08)^2 : (0,04)^2 :: 4 : 1$.

Il en est absolument de même si, au lieu de comparer les différences d'ouverture de deux objectifs de même longueur focale, on a à comparer les divers diaphragmes d'un même objectif.

L'opérateur doit faire cette comparaison une fois pour toutes et calculer, pour chacun des diaphragmes de son objectif, le coefficient de pose qui résulte de l'ouverture.

Pour opérer ce calcul, il prendra comme unité le carré du diamètre du plus grand diaphragme et le divisera successivement par le carré du diamètre de chacun des autres : les quotients obtenus seront les coefficients de pose et devront être gravés sur les diaphragmes.

Aujourd'hui, d'ailleurs, la plupart des opticiens établissent les dimensions des ouvertures de telle sorte que le temps de pose aille

en doublant de diaphragme en diaphragme, c'est-à-dire qu'avec le deuxième il soit deux fois ce qu'il est avec le premier; qu'avec le troisième il soit quatre fois ce qu'il est avec le premier, et ainsi de suite. De plus, les diaphragmes portent gravés les coefficients de pose qui résultent de leurs diamètres respectifs : 1 (pour le plus grand), 2, 4, 8, 16, etc.

L'opérateur est ainsi dispensé de tout calcul préliminaire en ce qui concerne ce facteur.

II. — DE LA LONGUEUR FOCALE.

Nous venons d'envisager le cas où il s'agit de comparer l'ouverture de deux objectifs *de même longueur focale,* et celui où l'ouverture varie pour un même objectif *dont la longueur focale reste constante.* Mais tous les objectifs n'ont pas une longueur focale identique, et, pour un même objectif, cette longueur varie selon l'éloignement du sujet à reproduire. Il y a là un nouvel élément dont il est indispensable de tenir compte.

Et d'abord, que faut-il entendre par ces mots : *longueur focale?*

On sait que les rayons lumineux, après avoir traversé l'objectif, viennent former en arrière l'image renversée du sujet à reproduire, et cela à une distance des lentilles qui dépend de la courbure des verres et de l'éloignement du sujet.

La *longueur focale* est cette distance qui sépare le centre optique de l'objectif du lieu où se forme l'image.

Ce lieu se nomme *foyer.*

Ces deux expressions, comme on le voit, ne sont pas synonymes, puisque la première désigne une longueur et la seconde un point.

Dans le langage photographique cependant, on les confond fréquemment, en se servant du mot *foyer* pour désigner la longueur focale, et l'on dit qu'un objectif a un foyer de $0^m,30$, au lieu de dire que telle est sa longueur focale.

En franchissant la distance qui sépare l'objectif de la plaque

sensible, ou, pour mieux dire, en allant du centre optique au foyer, les rayons lumineux s'affaiblissent dans une certaine mesure.

Cet affaiblissement s'opère suivant ce principe d'optique précédemment cité : *Les quantités de lumière reçues normalement par une même surface, à différentes distances d'une même ouverture lumineuse, sont en raison inverse du carré des distances.*

D'où la loi suivante : *Les temps de pose sont proportionnels aux carrés des longueurs focales des objectifs.*

Pour une longueur focale double, par exemple, l'intensité lumineuse sera quatre fois plus faible et la pose devra être quatre fois plus longue.

Reste à savoir comment se mesure la longueur focale.

Pour un même objectif, elle varie, avons-nous dit, suivant l'éloignement du sujet à reproduire.

On appelle *distance focale principale,* ou improprement *foyer absolu,* la distance qui sépare le centre optique de l'objectif du point où les rayons émis par un objet situé théoriquement à l'infini se réunissent pour en former l'image. En fait, les objets situés à plus de 200^{m} à 300^{m} de l'objectif sont assimilables à des objets situés à l'infini, les rayons qu'ils envoient dans l'appareil pouvant être considérés comme sensiblement parallèles.

Si l'objet se rapproche et si, par suite, son image s'agrandit, la longueur focale augmente suivant la loi d'optique dite *des foyers conjugués.*

Lorsque sa position est telle que les dimensions de l'image égalent celles de l'objet, la longueur focale est exactement le double de la longueur focale principale.

Si elle augmente encore, l'image devient plus grande que l'objet.

L'opérateur doit avant tout connaître la longueur focale principale de son objectif, car c'est la base qui lui servira, dans la grande majorité des cas, pour le calcul du temps de pose. En pratique, en effet, il n'y a lieu de tenir compte de l'allongement de longueur focale qui résulte du rapprochement des objets que lorsque ces derniers sont situés à une très petite distance de l'appareil.

Les opticiens ne manquent pas d'indiquer sur leurs Catalogues la longueur focale principale de chacun de leurs objectifs. Mais ces chiffres sont souvent sujets à caution.

Les Traités complets de Photographie décrivent, en détail, les procédés à employer pour obtenir la mesure rigoureuse de la longueur focale ([1]). L'un des plus usités consiste à mettre au point, sur le verre dépoli, l'image d'une surface plane située perpendiculairement à l'axe de l'objectif, en la plaçant par tâtonnements à une distance telle que les dimensions de l'image et celles du sujet soient identiques.

On mesure alors la distance qui sépare le verre dépoli de la surface plane : la longueur focale principale est égale au *quart* de cette distance.

Il n'est besoin d'opérer ainsi que lorsqu'on recherche un résultat mathématiquement exact, ce qui n'est indispensable que si l'on veut se livrer à des travaux d'agrandissement ou de réduction, *dans des proportions déterminées.*

Ce cas excepté, il est plus simple et parfaitement suffisant de procéder comme suit :

Braquer l'appareil sur un sujet éloigné d'au moins 300^{m} et présentant des lignes nettement accusées, soit une grille en fer, ou une grande affiche, ou des branches d'arbres dépourvues de leurs feuilles et se découpant sur le ciel, etc. Faire usage d'un des plus grands diaphragmes. Mettre au point avec un soin minutieux, en s'aidant au besoin d'une loupe. Mesurer ensuite, s'il s'agit d'un objectif à plusieurs lentilles, la distance qui sépare le diaphragme du verre dépoli, ou, s'il s'agit d'un objectif simple, la distance qui sépare de ce même verre dépoli la face postérieure de la lentille.

Cette distance sera la longueur focale principale.

Pour la reproduction d'objets très rapprochés, on ne peut évidemment déterminer à l'avance la longueur focale; il faut, dans chaque cas particulier, une fois la mise au point effectuée, relever la mesure ci-dessus indiquée. L'opération est d'ailleurs fort sim-

---

([1]) *Voir* notamment DAVANNE, *Traité de Photographie*, t. I, p. 70. *Voir* aussi C. FABRE, *Traité encyclopédique de Photographie*, t. I, p. 316 et 357.

plifiée si la queue de la chambre noire porte, comme cela doit être, une graduation en millimètres.

Mais, nous le répétons, en dehors des travaux de reproduction, l'amateur a bien rarement à se préoccuper de l'allongement de la longueur focale résultant du rapprochement du sujet. Il peut donc calculer une fois pour toutes les coefficients de clarté en prenant pour base la longueur focale principale.

Ceci expliqué, si l'opérateur a à comparer deux longueurs focales, en vue de déterminer les coefficients de pose qui en résultent, appliquant la règle posée plus haut, il élèvera au carré les deux longueurs; qu'il s'agisse d'un seul et même objectif dont l'ouverture reste constante, ou de deux objectifs à diaphragmes égaux, le rapport des carrés donnera le rapport des temps de pose.

Mais, le plus souvent, les ouvertures elles-mêmes varient et il y a lieu de combiner le coefficient résultant de la variation d'ouverture avec le coefficient résultant de la variation de longueur focale.

C'est pourquoi il est préférable de réduire ces deux coefficients à un seul. Rien n'est plus simple.

Le temps de pose variant comme le carré de la longueur focale, et inversement comme le carré du diamètre de l'ouverture, il s'ensuit que le temps de pose est directement proportionnel au carré du quotient de la longueur focale par le diamètre du diaphragme.

Ce quotient représente *l'ouverture exprimée en fonction de la longueur focale* et indique le *pouvoir lumineux de l'objectif,* ou, autrement dit, sa *clarté.* Il est d'usage de l'exprimer par la lettre F placée au-devant ou au-dessus du quotient : F/10 désignera un objectif dont l'ouverture est le dixième de la longueur focale, soit, par exemple, un objectif dont la longueur focale est de $0^m,27$ et dont le diaphragme mesure $0^m,027$ de diamètre.

Pour déterminer les coefficients de pose résultant du pouvoir lumineux de deux objectifs, il n'y a donc qu'à établir le rapport existant entre les carrés des quotients.

La marche à suivre est la suivante :

Prendre l'objectif qui doit servir de terme de comparaison; mesurer la longueur focale et le diamètre du diaphragme, le tout en millimètres. Diviser le premier chiffre par le second. Élever le quotient au carré.

Procéder de même pour l'objectif à comparer (qu'il s'agisse d'un second objectif, ou du même objectif autrement diaphragmé, ou dont la longueur focale aura varié).

Le rapport des carrés des deux quotients donnera le rapport des temps de pose.

Si l'on désigne par P la pose à employer avec l'objectif qui sert de terme de comparaison, par P′ la pose cherchée pour le second objectif, par F et F′ les longueurs focales, par D et D′ les diamètres des diaphragmes, on a la formule suivante :

$$\frac{P}{P'} = \frac{\left(\frac{F}{D}\right)^2}{\left(\frac{F'}{D'}\right)^2}.$$

Exemple. — Soit deux secondes la pose P à employer, dans un cas déterminé, avec un objectif dont la longueur focale F est de $0^m,24$ et dont le diaphragme D mesure $0^m,006$ de diamètre.

Quelle devra être la pose P′ avec un second objectif dont la longueur focale F′ atteint $0^m,40$ et dont le diaphragme D′ a $0^m,005$ de diamètre?

La formule donne

$$\frac{P}{P'} = \frac{\left(\frac{240}{6}\right)^2}{\left(\frac{400}{5}\right)^2} = \frac{(40)^2}{(80)^2} = \frac{160}{6400} = \frac{1}{40}.$$

On devra donc, toutes choses égales d'ailleurs, poser 40 fois plus avec le second objectif qu'avec le premier : la durée d'exposition sera de 80 secondes.

Ces calculs, d'apparence un peu compliqués peut-être, sont en réalité fort simples.

L'amateur pourra, du reste, se les épargner en consultant les Tables ci-après.

TABLE VI.

Coefficients de clarté.

Coefficients de pose selon les variations du pouvoir lumineux de l'objectif.

OUVERTURES.	COEFFICIENTS de pose.	OUVERTURES.	COEFFICIENTS de pose.	OUVERTURES.	COEFFICIENTS de pose.
F/2,5	0,06	F/11	1,21	F/35	12,25
F/2,7	0,07	F/12	1,44	F/36	12,96
F/3	0,09	F/13	1,69	F/38	14,44
		F/14	1,96	F/40	16,00
F/3,2	0,10	F/15	2,25		
F/3,5	0,12			F/42	17,64
F/3,7	0,14	F/16	2,56	F/44	19,36
F/4	0,16	F/17	2,89	F/45	20,25
		F/18	3,24	F/46	21,16
F/4,2	0,18	F/19	3,61	F/48	23,04
F/4,5	0,20	F/20	4,00	F/50	25,00
F/4,7	0,22				
F/5	0,25	F/21	4,41	F/55	30,25
		F/22	4,84	F/60	36,00
F/5,5	0,30	F/23	5,29	F/65	42,25
F/6	0,36	F/24	5,76	F/70	49,00
F/6,5	0,42	F/25	6,25	F/75	56,25
F/7	0,49			F/80	64,00
F/7,5	0,56	F/26	6,76		
F/8	0,64	F/27	7,29	F/85	72,25
F/8,5	0,72	F/28	7,84	F/90	81,00
F/9	0,81	F/29	8,41	F/95	90,25
F/9,5	0,90	F/30	9,00	F/100	100,00
F/10	1,00	F/32	10,24	F/110	121,00
		F/34	11,56		

Les ouvertures d'objectif sont exprimées en fonction de la longueur focale, et le pouvoir lumineux de l'objectif dont l'ouverture est $\frac{1}{10}$ de la longueur focale est pris pour unité.

La première (Table VI) fait connaître les coefficients de pose résultant des variations du pouvoir lumineux de l'objectif. Les ouvertures y sont exprimées en fonction de la longueur focale, c'est-à-dire par le résultat obtenu en divisant celle-ci par le diamètre du diaphragme; elles correspondent donc aux rapports de clarté.

Nous avons choisi comme unité la clarté de l'objectif dont l'ouverture est le dixième de la longueur focale (F/10) : c'est le système qui a été adopté par le Congrès photographique de 1889.

Voici une deuxième Table (Table VII), qui donne les coefficients résultant des variations de la longueur focale en matière d'agrandissement et de réduction.

Table VII.

Coefficients de réduction et d'agrandissement.

Coefficients de pose selon les variations de la longueur focale résultant de la réduction ou de l'amplification du sujet.

RÉDUCTION.	COEFFICIENTS de pose.	AGRANDISSEMENT.	COEFFICIENTS de pose.
1 (Image égale au sujet).	4	1 (Image égale au sujet)..	4
1 $\frac{1}{2}$	2,8	1 $\frac{1}{4}$	5,04
2	2,2	1 $\frac{1}{2}$	6,24
2 $\frac{1}{2}$	2	1 $\frac{3}{4}$	7,48
3	1,75	2	9
3 $\frac{1}{2}$	1,64	2 $\frac{1}{4}$	10,54
4	1,55	2 $\frac{1}{2}$	12,24
5	1,43	2 $\frac{3}{4}$	14,04
7	1,30	3	16
10	1,22	3 $\frac{1}{4}$	18
15	1,12	3 $\frac{1}{2}$	20,24
20	1,08	3 $\frac{3}{4}$	22,66
25	1,07	4	25
50	1,03	4 $\frac{1}{2}$	29,24
100	1	5	36

La pose nécessaire à la reproduction du sujet réduit à $\frac{1}{100}$ est prise pour unité.

Le temps de pose nécessaire à la reproduction du sujet réduit à $\frac{1}{100}$ est pris comme base. L'image est le $\frac{1}{100}$ du sujet lorsque ce dernier est éloigné de l'objectif de 101 fois la longueur focale principale.

Règle générale : 1° on obtient la réduction d'un sujet, dans une proportion déterminée, en le plaçant à une distance de l'objectif égale à la longueur focale principale multipliée par le chiffre de la réduction augmenté d'une unité; pour réduire au dixième, mettre le sujet à 11 fois la longueur focale, etc.; 2° on obtient l'agrandissement d'un sujet, dans une proportion déterminée, en le plaçant à une distance de l'objectif égale à la longueur focale principale augmentée de la même longueur divisée par le chiffre de l'agrandissement; pour agrandir au triple, mettre le sujet à 1 fois et $\frac{1}{3}$ la longueur focale, etc (1).

Au delà de la réduction au $\frac{1}{100}$, il n'y a plus lieu de se préoccuper des variations de la longueur focale; en fait, on peut même, comme on le voit par la Table, les négliger au delà de la réduction au $\frac{1}{10}$.

Nous donnons enfin une troisième Table (Table VIII) ayant trait, comme les deux précédentes, aux coefficients de clarté. Elle est destinée à dispenser l'opérateur, quand il a à reproduire des objets très rapprochés, de mesurer l'allongement que subit alors la longueur focale principale et de calculer la diminution du pouvoir lumineux de l'objectif qui en est la conséquence. Il lui suffit de connaître la distance du sujet à l'appareil.

Si cette distance devient supérieure à 10 fois la longueur focale principale, les variations du pouvoir lumineux sont très faibles, et il cesse d'être nécessaire d'en tenir compte.

La pose nécessaire à la reproduction du sujet, lorsque la longueur focale égale la longueur focale principale, est prise pour unité. En pratique, cette unité équivaut à celle de la Table VII.

---

(1) La distance D du sujet à l'objectif étant connue, le coefficient de pose résultant de l'allongement de la longueur focale principale F est donné par $\frac{D^2}{(D-F)^2}$. Les chiffres des Tables VII et VIII ont été déduits de cette formule.

Table VIII.

Coefficients de rapprochement.

Coefficients de pose selon les variations de la longueur focale résultant du rapprochement du sujet.

LONGUEURS focales principales.	DISTANCE DU SUJET A L'OBJECTIF.																		
	0m,10	0m,15	0m,20	0m,30	0m,40	0m,50	0m,75	1m,00	1m,25	1m,50	2m,00	2m,50	3m,00	4m,00	5m,00	6m,00	7m,00	8m,00	9m,00
m 0,08	25,0	4,6	2,8	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,09	100,0	6,2	3,3	2,0	1,7	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,10	»	9,0	4,0	2,2	1,8	1,6	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,12	»	25,0	6,2	2,8	2,0	1,7	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,14	»	»	11,0	3,5	2,4	1,9	1,5	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,16	»	»	25,0	4,6	2,8	2,2	1,6	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0
0,18	»	»	100,0	6,2	3,3	2,4	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0
0,20	»	»	»	9,0	4,0	2,8	1,9	1,6	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0
0,22	»	»	»	14,0	4,9	3,2	2,0	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0
0,25	»	»	»	36,0	7,1	4,0	2,2	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0
0,27	»	»	»	100,0	9,5	4,7	2,4	1,9	1,6	1,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0
0,30	»	»	»	»	16,0	6,2	2,8	2,0	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
0,35	»	»	»	»	64,0	11,1	3,5	2,4	1,9	1,7	1,5	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
0,40	»	»	»	»	»	25,0	4,6	2,8	2,2	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1
0,45	»	»	»	»	»	100,0	6,2	3,3	2,4	2,0	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1
0,50	»	»	»	»	»	»	9,0	4,0	2,8	2,2	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1
0,55	»	»	»	»	»	»	14,1	4,9	3,2	2,5	1,9	1,6	1,5	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1
0,60	»	»	»	»	»	»	25,0	6,2	3,5	2,8	2,0	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1

La pose nécessaire à la reproduction du sujet, lorsque la longueur focale égale la longueur focale principale, est prise pour unité.

La Table ci-dessus, il importe de le retenir, a uniquement trait aux variations de longueur focale; elle ne tient pas compte des variations de l'éclat intrinsèque du sujet dues à la distance plus ou moins grande qui le sépare de l'appareil photographique ([1]).

III. — DE LA CONSTITUTION DES LENTILLES.

Reste le troisième et dernier facteur optique : le nombre, la forme et la nature des verres qui constituent les lentilles de l'objectif.

Nous ne pouvions, pour être complet, nous dispenser de signaler ce facteur; mais, hâtons-nous de le dire, il est de peu d'importance. Aussi n'y consacrerons-nous que quelques lignes.

Les corps transparents ne transmettent pas intégralement les rayons lumineux qui viennent les frapper; ils en absorbent une partie et en réfléchissent une autre.

Le verre des lentilles des objectifs n'échappe pas à cette double loi, et la quantité de lumière qu'il intercepte dépend de sa coloration propre, de la perfection de son poli, des substances employées par l'opticien pour coller entre elles les parties constitutives des lentilles, du nombre de ces lentilles, de leur épaisseur et de leur courbure.

Aujourd'hui, par suite des progrès réalisés dans la construction des objectifs, la quantité de lumière *absorbée* est presque nulle.

Dans les objectifs à une seule lentille, dits *objectifs simples,* la somme de lumière *réfléchie* est également très faible.

Elle est plus importante dans les objectifs à plusieurs lentilles, c'est-à-dire dans les doubles, triples, rectilinéaires ou aplanétiques.

Mais en calculant, comme nous l'avons indiqué, par la mesure du diamètre réel du diaphragme le pouvoir lumineux de l'objectif, on opère, en réalité, une correction qui équivaut à tenir compte de la somme de lumière réfléchie.

En effet, le diamètre du faisceau lumineux qui pénètre dans un objectif combiné est toujours sensiblement supérieur au diamètre du diaphragme; dans ces sortes d'instruments, le diaphragme est

---

([1]) *Voir* plus haut, p. 40, et la Table V, p. 43.

situé entre les lentilles, et le faisceau lumineux, par suite de sa réfraction à la traversée de la première lentille, est *contracté,* qu'on nous passe l'expression, au moment où il a à franchir le diaphragme. La surface utile de ce dernier se trouve donc un peu augmentée.

Cette augmentation, qui est d'environ $\frac{1}{10}$ pour le rectilinéaire, compense à peu près exactement la déperdition de lumière due au phénomène de la réflexion.

Il n'y a donc pas lieu de se préoccuper de celle-ci.

Chez les objectifs à grand angle, la courbure des lentilles exerce une influence spéciale dont il doit être tenu compte. Dans tout objectif, les différents points de l'image ne sont pas également éclairés : l'illumination atteint son maximum au centre du champ de l'instrument et va en décroissant sur les bords. Cette différence d'intensité est d'autant plus forte que les lentilles sont combinées pour embrasser un angle plus étendu. Elle est habituellement négligeable, mais elle cesse de l'être si l'angle embrassé devient considérable.

Cet effet tient à une triple cause : 1° les rayons qui vont former les bords de l'image rencontrent obliquement le diaphragme, ce qui équivaut pour eux à une diminution de la surface de ce dernier : de circulaire l'ouverture devient elliptique; 2° ces rayons extrêmes atteignent la surface sensible à une plus grande distance de l'objectif que les rayons centraux; 3° enfin, ils la frappent obliquement, au lieu de l'atteindre normalement.

Avec un objectif de 70° d'amplitude, l'illumination *aux bords du champ* n'atteint pas $\frac{1}{2}$ de l'éclairage au centre du champ; elle n'est plus que de $\frac{1}{3}$ avec un objectif de 80°, de $\frac{1}{4}$ avec un objectif de 90°, et de $\frac{1}{6}$ avec un grand angulaire de 100°.

On est donc condamné à l'alternative, ou de surexposer le milieu de la plaque, ou d'en sous-exposer le pourtour : de là des épreuves très imparfaites.

Pour obtenir un bon résultat, il faudrait arriver à restreindre la quantité de lumière admise par le centre de l'objectif. On a proposé d'utiliser dans ce but le *diaphragme étoile.* C'est une petite étoile, à 24 ou 30 rayons, découpée dans du papier noir ou de la tôle mince; le diamètre de son noyau doit avoir le

double du diamètre du diaphragme employé, et la longueur des rayons doit être déterminée par tâtonnements. Le diaphragme étoile se suspend, au moyen d'un fil métallique très mince, au-devant de l'objectif et à une distance telle que les bords du champ soient complètement éclairés.

Pour opérer, on commence par donner à la plaque la pose exigée par la partie centrale de l'image; on place ensuite le diaphragme étoile et l'on continue l'exposition pendant une durée double on triple de la première, en ayant soin de faire tourner, à une ou deux reprises, le disque sur son axe, de façon que les vides et les pleins de l'étoile ne soient pas visibles sur le cliché.

Cet appareil est d'un emploi trop délicat pour être vraiment pratique. Aussi, sauf dans des cas exceptionnels, vaut-il mieux prendre le parti de surexposer le centre de la plaque, *en procédant de tous points comme pour les sujets qui présentent de grandes oppositions* (1).

En résumé, pour le praticien, deux constatations seulement sont à retenir :

1° *Toutes choses égales d'ailleurs, l'objectif simple est plus lumineux que les autres sortes d'objectifs.*

2° *Dans les cas où l'on utilise un objectif à grand angle, il est nécessaire de poser plus longuement, toutes proportions gardées, qu'avec un objectif ordinaire.*

IV. — DE LA PHOTOGRAPHIE SANS OBJECTIF.

On sait qu'il est possible d'obtenir des photographies en faisant usage, aux lieu et place de l'objectif, d'un simple trou d'aiguille percé dans une mince plaque métallique ou même dans une feuille de papier noir.

Ce procédé a l'inconvénient de donner des images dont la netteté laisse à désirer et d'exiger des poses de longue durée.

En revanche, il présente de nombreux avantages : 1° angle de vision d'une amplitude extrême, permettant de photographier,

(1) *Voir* p. 45.

quand le recul est impossible, des monuments très rapprochés; 2° grande profondeur de foyer, donnant la mise au point simultanée de tous les objets placés dans le champ de l'appareil, quelle que soit leur distance ou l'écartement de leurs divers plans, ce qui constitue une ressource précieuse lorsqu'on a à reproduire, sans s'en éloigner, des sujets présentant de la profondeur : machines, statues, etc.; 3° possibilité d'obtenir, de la même place, et par le seul fait d'un plus ou moins grand tirage de la chambre noire, la reproduction d'un même sujet à des échelles différentes; 4° absence complète de distorsion et, par suite, images d'une précision géométrique que la topographie peut utiliser; 5° possibilité d'opérer, sans crainte de voile, en ayant le soleil en face, etc.

Ce mode opératoire peut donc rendre de réels services, d'autant plus qu'il n'est pas impossible d'améliorer la netteté des images : il suffit de prendre d'abord, en grande dimension, la vue désirée, et de réduire ensuite l'épreuve en la photographiant à son tour avec un objectif ordinaire.

Quant à la longueur de la pose, si elle exclut l'instantanéité, elle importe peu pour le plus grand nombre des sujets.

Mais comment déterminer exactement les durées d'exposition nécessaires avec le trou d'aiguille?

La plupart des opérateurs l'ignorent, et leur incertitude à cet égard est le seul obstacle qui se soit opposé jusqu'ici à la diffusion du procédé.

Il n'y a là cependant aucune difficulté sérieuse.

Sauf une double correction, le calcul à opérer est le même que lorsqu'il s'agit d'apprécier le pouvoir lumineux d'un objectif.

On se trouve également en présence : 1° d'une ouverture qui donne accès aux rayons lumineux et en admet d'autant plus que sa surface est plus considérable; 2° de la distance qui sépare cette ouverture de la surface sensible, distance qui est la longueur focale de l'appareil, et que la lumière franchit en s'affaiblissant suivant la loi d'optique précédemment citée.

Aussi le temps de pose varie-t-il toujours comme le carré de la longueur focale, et inversement comme le carré du diamètre de l'ouverture.

Le pouvoir lumineux d'un appareil sans objectif, de même que celui d'un appareil à lentilles, *est directement proportionnel au carré du quotient de la longueur focale par le diamètre de l'ouverture.*

Et *le coefficient de clarté se détermine en comparant le pouvoir lumineux de l'appareil au pouvoir lumineux d'un objectif pris pour terme de comparaison.*

Toutefois, il doit être tenu compte d'une double différence :

1° Dans tout objectif, le verre des lentilles absorbe et réfléchit une certaine quantité de rayons qui se trouvent ainsi exclus de la chambre noire. La perte de lumière occasionnée par ce phénomène est de 20 pour 100 *en moyenne.*

Or, cette cause d'affaiblissement de l'illumination n'existe pas avec le trou d'aiguille. On peut donc admettre que, toutes choses égales d'ailleurs, l'appareil sans objectif laisse pénétrer $\frac{1}{5}$ de lumière de plus que l'appareil muni de lentilles (1).

Par conséquent, *pour la photographie sans objectif, il est nécessaire de réduire de* $\frac{1}{5}$ *les coefficients de clarté fournis par le calcul.*

2° En second lieu, quand les intensités lumineuses deviennent très faibles, le bromure d'argent perd de sa sensibilité relative : c'est un fait d'expérience. Les temps de pose déduits proportionnellement des durées d'exposition ordinaires seraient alors insuffisants.

Rechercher la cause de cette anomalie nous entraînerait trop loin; qu'il nous suffise de faire connaître les constatations de la pratique : *au-dessous de* F/450, *il faut commencer à majorer les coefficients; vers* F/850, *il faut les doubler; à* F/1000, *ils doivent être multipliés par* 2,5; *etc.* (Ce sont là des moyennes, car il serait bon, par les éclairages les plus sombres, de forcer encore les chiffres ainsi obtenus; en revanche, par les éclairages brillants et avec des plaques extra-rapides, on pourrait les réduire de près de moitié.)

---

(1) Cette comparaison est théorique, car un objectif ne tolérerait pas un diaphragme de dimensions aussi réduites que le trou d'aiguille : il se produirait de la *diffraction.*

La Table IX ci-après a été établie d'après ces divers facteurs.

Elle fait connaître les coefficients de pose résultant des variations du pouvoir lumineux des appareils habituellement employés pour la photographie sans objectif.

Les diamètres d'ouvertures qui donnent le maximum de netteté sont respectivement :

					m
$\frac{2}{10}$ de millimètre :	longueur	focale	principale.....		0,05
$\frac{3}{10}$	»	»	»	.....	0,11
$\frac{4}{10}$	»	»	»	.....	0,20
$\frac{5}{10}$	»	»	»	.....	0,30
$\frac{6}{10}$	»	»	»	.....	0,44
$\frac{7}{10}$	»	»	»	.....	0,61

Une variation d'un demi-dixième de millimètre dans le diamètre d'ouverture entraîne des écarts assez importants dans les longueurs des distances focales. Or, en pratique, l'approximation dans la mesure des diamètres ne peut guère dépasser le $\frac{1}{10}$ de millimètre. C'est pourquoi nous avons fait figurer sur la Table, non seulement les coefficients correspondant aux longueurs focales principales qui résultent d'un diamètre rigoureusement exact (*ce sont les chiffres en caractères noirs*), mais aussi les coefficients correspondant à toutes les autres longueurs focales pouvant résulter d'une variation d'un demi-dixième de millimètre dans le diamètre de l'ouverture.

D'ailleurs, la tolérance de mise au point est assez grande pour que l'on puisse utiliser indifféremment l'une quelconque des longueurs inscrites en regard de chaque diamètre : l'opérateur choisira donc celle en rapport avec les dimensions qu'il voudra donner à l'image.

L'unité de pose de la Table est la même que celle de la Table VI : le pouvoir lumineux de l'objectif dont l'ouverture est le $\frac{1}{10}$ de la longueur focale, soit F/10, est pris pour base.

Pour faciliter les comparaisons entre les deux Tables, une colonne spéciale donne les ouvertures exprimées en fonction de la longueur focale, c'est-à-dire par le résultat obtenu en divisant cette longueur par le diamètre de l'ouverture.

Enfin, les coefficients de la Table IX ont été calculés en tenan

compte à la fois de la quantité de lumière absorbée et réfléchie par les lentilles dans les objectifs ordinaires, et de la perte de sensibilité relative éprouvée par les plaques sous l'action des très faibles éclairages : la concordance est donc complète entre les deux Tables.

En résumé, les chiffres de la Table IV doivent être utilisés exactement comme ceux de la Table VI.

TABLE IX.

Coefficients de clarté pour photographie sans objectif.

Coefficients de pose selon les variations du pouvoir lumineux de l'appareil.

DIAMÈTRES des ouvertures en fractions de millimètres.	LONGUEURS focales en centimètres.	OUVERTURES exprimées en fonction de la longueur focale.	COEFFICIENTS de pose.	DIAMÈTRES des ouvertures en fractions de millimètres.	LONGUEURS focales en centimètres.	OUVERTURES exprimées en fonction de la longueur focale.	COEFFICIENTS de pose.
	m				m		
	0,03	F/150	180		0,37	F/616	4159
2/10	0,04	F/200	320		0,38	F/633	4647
	0,05	**F/250**	**500**		0,39	F/650	5138
					0,40	F/666	5535
	0,08	F/266	566		0,41	F/683	6008
	0,09	F/300	720		0,42	F/700	6468
	0,10	F/333	887		0,43	F/716	6931
3/10	**0,11**	**F/366**	**1072**	6/10	**0,44**	**F/733**	**7435**
	0,12	F/400	1280		0,45	F/750	7965
	0,13	F/433	1500		0,46	F/766	8674
	0,14	F/466	1737		0,47	F/783	9123
	0,15	F/375	1077		0,48	F/800	9779
	0,16	F/400	1280		0,49	F/816	10388
	0,17	F/425	1445		0,50	F/833	11102
	0,18	F/450	1652		0,51	F/850	11849
	0,19	F/475	1949		0,52	F/866	12600
4/10	**0,20**	**F/500**	**2280**				
	0,21	F/525	2646		0,52	F/743	7728
	0,22	F/550	3049		0,53	F/757	8205
	0,23	F/575	3491		0,54	F/771	8702
	0,24	F/600	3974		0,55	F/785	9370
	0,25	F/625	4500		0,56	F/800	9779
					0,57	F/814	10335
	0,25	F/500	2280		0,58	F/828	10860
	0,26	F/520	2574		0,59	F/843	11540
	0,27	F/540	2919		0,60	F/857	12163
	0,28	F/560	3237	7/10	**0,61**	**F/871**	**12801**
	0,29	F/580	3606		0,62	F/885	13472
	0,30	**F/600**	**3974**		0,63	F/900	14191
5/10	0,31	F/620	4397		0,64	F/914	14903
	0,32	F/640	4883		0,65	F/928	15707
	0,33	F/660	5402		0,66	F/942	16470
	0,34	F/680	5918		0,67	F/956	17254
	0,35	F/700	6468		0,68	F/970	18065
	0,36	F/720	7050		0,69	F/984	18978
	0,37	F/740	7667		0,70	F/1000	20000

L'unité de pose est la même que celle de la Table VI (p. 54).

CHAPITRE V.

DES FACTEURS CHIMIQUES.

I. — DE LA SURFACE SENSIBLE.

1° *De la rapidité de la surface sensible.*

Venons-en maintenant aux facteurs chimiques.

Ils tiennent, avons-nous dit, à la nature de la surface sensible et à l'énergie du révélateur.

Dans les surfaces sensibles, il y a lieu de considérer : 1° *le degré de rapidité ;* 2° *le degré d'orthochromatisme ;* 3° *le degré de persistance de l'impression lumineuse.*

Par degré de rapidité d'une surface sensible, nous entendons son aptitude à s'impressionner plus ou moins promptement sous l'action de l'image qui se forme dans la chambre noire.

Cette aptitude dépend naturellement de la constitution intime de la surface sensible. En fait, la rapidité des diverses préparations varie dans des limites très étendues. On en jugera, si nous disons que, en moyenne, les plaques au collodion sec sont trois fois plus rapides que celles à l'albumine; que le collodion humide est lui-même dix fois plus rapide que le collodion sec; que la sensibilité du collodiobromure et celle du gélatinochlorure oscillent entre la sensibilité du collodion sec et celle du collodion humide; et qu'enfin le gélatinobromure peut s'impressionner trente fois plus vite que le collodion humide. De la plus lente des préparations, l'albumine, à la plus rapide, le gélatinobromure, l'écart est donc considérable, puisque, si l'on pose 1 avec celle-ci, il faudra poser près de 500 avec celle-là.

Aujourd'hui, la Photographie utilise presque exclusivement les

préparations au gélatinobromure; l'amateur, en particulier, ne recourt jamais aux autres procédés négatifs. Il n'a donc intérêt à connaître que la sensibilité relative des divers produits, plaques, papiers ou pellicules au gélatinobromure d'argent. Là encore, les différences sont assez considérables, car les variations de rapidité peuvent atteindre la proportion de 1 à 7.

En général, cependant, les préparations au gélatino du commerce se classent en trois catégories dont la première est dite *lente*, la deuxième *rapide* et la troisième *extra-rapide* ou *instantanée*.

Et, le plus souvent, les degrés de sensibilité s'échelonnent à peu près comme 1, 2 et 3, c'est-à-dire que les préparations dites *instantanées* sont trois fois plus sensibles et exigent trois fois moins de pose que les préparations qualifiées de *lentes*.

Toutefois, cette progression est loin d'être constante. Non seulement les degrés de rapidité ne sont pas comparables pour des fabrications différentes, car il n'existe aucune base commune et l'on voit tel industriel dénommer *extra-rapides* des plaques en réalité assimilables aux plaques *lentes* d'une autre production, mais encore, pour une même fabrication, l'écart entre les degrés peut être plus ou moins grand (1).

Bien plus, la sensibilité des préparations de même catégorie et de même origine n'est pas toujours régulière.

On ne peut y compter que pour des plaques portant à la fois la même marque *et le même numéro de fabrication.*

L'opérateur est donc dans la nécessité de déterminer la rapidité relative des diverses surfaces sensibles dont il est appelé à faire usage.

Ici encore, de même que pour les autres coefficients du temps de pose, il ne peut procéder que par voie de comparaison.

Il doit donc prendre pour unité la rapidité d'un produit déterminé et y rapporter la sensibilité des autres.

Divers moyens ont été préconisés en vue d'arriver à ce résultat;

---

(1) Sous la dénomination de *plaques,* disons-le une fois pour toutes, nous comprenons non seulement les glaces, mais aussi les papiers, pellicules et plaques souples.

parmi les appareils proposés, un seul est entré dans la pratique courante : le sensitomètre Warnerke.

Bien que, comme nous le verrons tout à l'heure, l'amateur ne soit pas contraint d'y recourir, nous devons en parler, car il peut rendre des services, et d'ailleurs les fabricants tendent de plus en plus à faire connaître le degré de rapidité de leurs plaques par la graduation du sensitomètre.

On sait que les substances *phosphorescentes* conservent leur éclat lumineux pendant un certain temps après la disparition de la cause qui l'a provoqué. Le sulfure de calcium, notamment, jouit de la propriété de prendre presque instantanément, quand une lumière vive vient le frapper, un éclat maximum, qui reste indépendant de la coloration de la source lumineuse et même de sa durée d'action.

Le sensitomètre Warnerke se compose d'un petit châssis assez analogue aux châssis à positifs. Du côté occupé par la glace, dans le châssis ordinaire, se trouve une plaque recouverte d'un enduit phosphorescent, à base de sulfure de calcium, qui est séparée par une planchette d'un photomètre constitué par une feuille de verre portant vingt-cinq teintes en gélatine colorée. Ces teintes se dégradent depuis le n° 25, le plus fort, jusqu'au n° 1, le plus faible. Enfin, toujours comme dans la presse à positifs, une planchette pressée par un ressort ferme le tout. L'appareil comprend, en outre, un étui renfermant du magnésium et, sur cet étui, un disque fixe, sorte de règle à calcul, portant vingt-cinq cases numérotées et une échancrure. Sous ce disque, s'en trouve un autre mobile qui porte de même vingt-cinq cases numérotées et en plus vingt-cinq autres cases contenant divers chiffres qui servent à indiquer des sensibilités relatives.

Quand on veut comparer la sensibilité de deux séries de plaques, on se met dans le cabinet noir et l'on place contre le photomètre la couche sensible de l'une des glaces. Cela fait, et la planchette bien fixée, on enlève la plaque phosphorescente et l'on brûle le plus près possible de sa surface, en le promenant, un fragment de ruban de magnésium, de 1 pouce de long ($0^m,03$ de longueur, $0^m,00015$ d'épaisseur, $0^m,002$ de largeur), qui provoque son maximum de phosphorescence. Cela fait, on replace la plaque

lumineuse dans le châssis et l'on attend deux minutes *exactement*. Au bout de ce temps, on tire la planchette qui se trouve entre la plaque phosphorescente et le photomètre, et on laisse agir pendant trente secondes. La lumière, traversant le photomètre, aura impressionné la glace; on la développe; elle laisse apparaître, par exemple, comme dernier numéro lisible, le n° 16. On recommence l'opération avec une glace de la deuxième série : elle donne le n° 14. On fait alors tourner le disque mobile jusqu'à ce qu'on ait amené dans l'échancrure du disque fixe le n° 16. On cherche sur ce disque le chiffre 14, et l'on trouve en face sur le disque mobile 1 $\frac{3}{4}$, ce qui veut dire que la deuxième glace demandera $\frac{3}{4}$ de pose de plus que la première (1).

Voici les coefficients de sensibilité correspondant aux numéros usuels du sensitomètre.

Table X.

Coefficients de sensibilité d'après le sensitomètre Warnerke.

Coefficients de pose selon le degré de rapidité de la surface sensible.

NUMÉRO marqué par la plaque.	COEFFICIENT de pose.	NUMÉRO marqué par la plaque.	COEFFICIENT de pose.
25	1,0	17	10,0
24	1,3	16	13,3
23	1,8	15	17,8
22	2,4	14	23,7
21	3,2	13	31,6
20	4,2	12	42,2
19	5,6	11	56,2
18	7,5	10	75,0

La sensibilité d'une plaque marquant le n° 25 est prise pour unité.

(1) Nous n'avons pu mieux faire que d'emprunter à peu près textuellement notre description à M. Davanne, *La Photographie*, t. I, p. 150.

Tel est le sensitomètre Warnerke. On ne peut s'y fier aveuglément lorsqu'il s'agit de coefficients provenant de sources différentes, car rien n'assure l'égale phosphorescence des diverses préparations au sulfure de calcium, ni ne garantit l'identité des conditions dans les modes d'impressionnement, de développement, etc.; mais un seul et même instrument, utilisé par le même opérateur, fournit, en général, des résultats parfaitement concordants.

M. Warnerke vient d'apporter divers perfectionnements à son appareil; l'échelle du nouveau modèle comprend trente cases, au lieu de vingt-cinq, ce qui permet de comparer entre elles les plaques les plus rapides.

Nous avons dit que le sensitomètre n'était pas indispensable à l'amateur.

Celui-ci, en effet, a à sa disposition un procédé, sinon plus commode, du moins fort peu compliqué.

Une simple bougie peut lui suffire. Qu'il mette dans un de ses châssis négatifs la surface sensible qui doit lui servir de type; qu'il place ce châssis dans le laboratoire obscur, à une distance déterminée, soit $0^{m},50$, d'une bougie allumée; qu'il découvre la plaque par fractions successives et à des intervalles égaux, de façon à l'exposer par bandes dont les temps de pose iront en croissant suivant une progression régulière en sens inverse du mouvement du volet : de 1^{s} à 10^{s} par exemple, si le volet a été tiré en dix fois et de seconde en seconde.

Qu'immédiatement après, il opère de même avec la surface à comparer. Qu'il traite enfin les deux plaques simultanément, dans la même cuvette, par le même révélateur et pendant le même laps de temps, c'est-à-dire qu'il les développe dans des conditions rigoureusement identiques.

L'opération terminée, en rapprochant des teintes du cliché type les teintes du cliché essayé, il en déduira immédiatement, par la comparaison des temps de pose, la sensibilité relative des deux préparations.

Une variante du même procédé, préférable à la précédente, consiste à photographier un sujet à l'extérieur, d'abord avec la plaque

type, puis avec la plaque à essayer et à comparer les résultats obtenus.

Voici comment l'on devra opérer. On choisira un sujet d'une couleur uniforme, assez étendu pour occuper la largeur entière du verre dépoli tout en ne présentant qu'un seul plan, et également éclairé dans son ensemble : une rangée d'arbres ou la façade d'un monument sombre remplit très bien ces conditions.

On déterminera par des essais préalables, si on ne le connaît déjà, le temps de pose nécessaire pour obtenir, avec la plaque type, un bon cliché du sujet dont il s'agit. Ce temps de pose étant connu, on expose d'abord la plaque type. Immédiatement après, et rien n'étant changé dans l'appareil, ni dans l'éclairage, c'est-à-dire les conditions demeurant les mêmes, on exposera la plaque à comparer en la découvrant par fractions successives, comme dans le procédé à la bougie. Le volet du châssis sera tiré horizontalement, d'abord de $\frac{1}{5}$ environ, et l'on posera $\frac{1}{5}$ du temps d'exposition de la glace type; puis, découvrant le second cinquième de la plaque, on posera le même temps, et ainsi de suite, de manière à obtenir une série de bandes verticales, ayant posé des temps inégaux, lesquels seront aux temps de pose de la plaque type dans les proportions de

$$1, \quad -\frac{4}{5}, \quad -\frac{3}{5}, \quad -\frac{2}{5}, \quad -\frac{1}{5}.$$

On exposera ensuite une troisième plaque, prise comme la précédente dans la série à comparer, et l'on procédera exactement de même, en modifiant toutefois les temps de pose de telle sorte qu'ils soient au temps de pose de la plaque type dans les proportions de

$$5, \quad -4, \quad -3, \quad -2, \quad -1.$$

Puis on développera les trois clichés dans la même cuvette, avec le même révélateur et pendant le même espace de temps. Si l'on ne disposait pas d'une cuvette assez grande pour contenir les trois plaques à la fois, on découperait au milieu de chacune d'elles une bande horizontale et l'on développerait seulement ces trois bandes.

L'opération terminée, il ne restera plus qu'à choisir parmi les

bandes verticales des clichés à comparer celle dont l'intensité sera identique à l'intensité du cliché type; la comparaison des temps de pose de ce dernier et de la bande choisie donnera le rapport des sensibilités.

Nous recommandons de prendre, pour cette expérience, un sujet peu éclairé et de diaphragmer fortement, afin de se placer dans des conditions qui demandent une durée d'exposition relativement longue. Il est, en effet, beaucoup plus difficile de comparer et même de réaliser exactement des temps de pose très courts que des temps de pose un peu prolongés. Enfin, on aura soin d'employer un objectif embrassant un angle peu étendu, pour que l'illumination de l'image soit sensiblement la même sur toute l'étendue du verre dépoli.

En faisant usage du procédé que nous venons de décrire, l'amateur obtiendra sans peine des résultats d'une précision très suffisante pour la pratique.

Qu'il se garde d'ailleurs, soit de changer souvent de plaques, soit de chercher à utiliser selon ses divers travaux plusieurs marques de sensibilités différentes; ce serait se créer à plaisir des complications bien inutiles. *Deux marques suffisent largement : l'une, de rapidité ordinaire, pour les paysages, reproductions et portraits; l'autre, extra-rapide, pour la photographie instantanée.* Que l'amateur s'en tienne là; il s'en trouvera bien.

2° *Des plaques isochromatiques ou orthochromatiques.*

La photographie ordinaire, nous l'avons vu, est impuissante à fournir une image où les *valeurs* des diverses couleurs soient exactement rendues.

Le gélatinobromure d'argent, très sensible à l'action des rayons violets et bleus, est insuffisamment impressionné par les rayons jaunes et reste indifférent aux rayons rouges.

C'est pourquoi le jaune et l'orangé, couleurs lumineuses, sont rendus par des tons très sombres, tandis que le bleu et le violet, couleurs foncées, viennent en très clair.

On cherche depuis longtemps à remédier à ce grave défaut et à

produire des plaques permettant d'obtenir la reproduction des objets colorés dans leur valeur réelle, telle que notre œil la perçoit et telle que la rend une gravure artistique.

Partant de cette constatation que seuls les rayons absorbés par un corps peuvent agir chimiquement sur lui, divers opérateurs, parmi lesquels il convient de citer M. A. Attout-Tailfer et M. Vogel, ont trouvé que certaines matières colorantes, incorporées à l'émulsion, ont la propriété de rendre les sels d'argent beaucoup plus sensibles aux rayons qu'elles absorbent.

En principe, cette augmentation de sensibilité par les rayons absorbés a pour corrélation une diminution de sensibilité pour les autres rayons; de là la possibilité de rendre les plaques plus impressionnables aux couleurs peu actiniques, tout en atténuant leur sensibilité pour les couleurs trop actives.

Résultat : une image beaucoup plus harmonieuse.

Nombre de substances colorantes sont susceptibles de produire cet effet sur le gélatinobromure, à la double condition : 1° d'être capables de se combiner au brome; 2° d'absorber les rayons de la région du spectre à laquelle il s'agit de sensibiliser la plaque.

C'est ainsi que le gélatinobromure d'argent est rendu sensible :

Au vert et au jaune, par l'éosine;

A l'orangé, par l'érythrosine;

Au rouge, par la cyanine, etc.

Les plaques dont la sensibilité a été de la sorte *égalisée* ou *rectifiée,* du moins en partie, sont dites *isochromatiques* ou *orthochromatiques.*

Sans donner encore des résultats absolument parfaits, elles constituent un grand progrès sur les plaques ordinaires; certaines reproductions, celle des tableaux notamment, seraient impossibles sans elles.

En France, leur fabrication industrielle est l'objet d'un brevet pris par M. Attout-Tailfer. La marque Attout est donc la seule qui se trouve dans le commerce; mais il est loisible à l'amateur de préparer pour son usage personnel, et en utilisant les diverses formules données par les Traités spéciaux, des plaques orthochromatiques.

L'emploi des plaques iso- ou orthochromatiques nécessite certaines modifications dans le temps de pose.

Ces modifications dépendent de la sensibilité spéciale de chaque émulsion; il est évident que, pour un sujet ou un éclairage donné, la durée d'exposition utile ne sera pas la même si l'on emploie une glace sensibilisée pour l'orangé, par exemple, au lieu d'une glace sensibilisée pour le vert seulement.

Il est donc impossible de donner des chiffres *a priori*.

Une seule règle générale peut être formulée : avec les plaques iso- ou orthochromatiques, il y a lieu de poser en tenant compte de l'intensité *lumineuse* de l'éclairage, au lieu de se préoccuper exclusivement de l'intensité *chimique*, comme on doit le faire avec les plaques ordinaires.

Pour le surplus, c'est à l'opérateur à déterminer, par des essais, la sensibilité spéciale de l'émulsion dont il fait usage, et à modifier, suivant le résultat de ses expériences, les coefficients applicables aux plaques ordinaires.

Avec certaines plaques orthochromatiques, et notamment avec les glaces Attout-Tailfer, il est utile d'interposer, sur le trajet de la lumière, un verre jaune orangé fixé au parasoleil de l'objectif; cet écran, tout en laissant passer librement les rayons jaunes et rouges, arrête en partie les rayons violets et bleus, dont l'action serait un peu trop vive. Et les clichés obtenus gagnent en harmonie.

Si l'on a recours au verre jaune, la pose doit être environ dix fois plus longue, toutes proportions gardées, que si la lumière pénétrait librement dans l'appareil.

Dans le même ordre d'idées, M. Lippmann a récemment fait connaître un procédé qui, corrigeant les imperfections des plaques orthochromatiques actuelles, permettrait d'obtenir des images à valeurs absolument justes.

Voici comment s'exprime l'auteur dans une Note communiquée à l'Académie des Sciences (séance du 29 avril 1889) :

« En attendant que l'on ait réussi à créer des couches photogra-

phiques dont la sensibilité soit semblable à celle de la rétine, j'ai constaté que l'on pouvait se servir des plaques actuelles de manière à obtenir des images à valeurs justes; il suffit de faire un usage rationnel et systématique d'un système de verres colorés.

» Je mets dans la chambre noire une plaque Attout-Tailfer. Devant l'objectif, je place une glace bleue et je fais poser le peu de temps nécessaire pour que les rayons bleus de l'image impressionnent la plaque. Ensuite, sans toucher d'ailleurs à l'appareil et en ayant soin de ne pas le déplacer, je substitue à la glace bleue une glace verte, et je continue la pose pendant un temps suffisant pour que le vert, à son tour, impressionne la plaque fortement.

» La glace verte a été choisie avec le plus grand soin, de façon qu'elle ne laisse pas passer *la moindre trace de bleu*. Dans ces conditions, on peut donner aux rayons verts le temps de pose qui leur est nécessaire, sans avoir à craindre que le bleu, cette fois totalement éliminé, vienne perdre l'épreuve par son action indûment prolongée. Enfin, c'est au tour des rayons rouges; on les fait agir en substituant devant l'objectif une glace rouge à la glace verte. Cette glace doit être choisie avec soin, de manière à ne pas laisser passer *la moindre trace* de rayons verts ou bleus.

» Le résultat final de cette triple pose est de donner des photographies claires, sans taches brunes, et dans lesquelles les feuillages verts, les draperies jaunes ou rouges, etc., au lieu de donner des nuances brunes, sont rendus par un dessin finement modelé, comme dans une gravure bien faite. »

La durée de l'exposition avec le verre bleu étant prise pour unité, les coefficients de pose sont : 40 avec le verre vert et 1000 avec le verre rouge.

3° *De l'intervalle qui sépare l'exposition du développement.*

La plupart des surfaces sensibles, et notamment le gélatino-bromure, après leur exposition dans la chambre noire, conservent un certain temps l'impression lumineuse, ce qui permet de différer leur développement.

Un certain temps, disons-nous, car, en l'état des observations acquises, la question n'est pas bien nette.

D'une part, il est des plaques susceptibles de garder, sinon indéfiniment, du moins pendant fort longtemps, et sans affaiblissement appréciable, l'impression lumineuse. On en a développé après deux années d'attente; nous-même avons bien des fois traité par le même révélateur, sans constater aucune différence, des glaces dont la pose remontait à un ou deux mois et des glaces exposées de la veille.

D'autres plaques, au contraire, voient l'impression s'atténuer par degrés et finalement disparaître. Les partisans de la théorie qui attribue la formation de l'image latente, non à une décomposition chimique, mais à un simple bouleversement moléculaire de la substance sensible, invoquent cette décroissance à l'appui de leur thèse et l'expliquent en disant qu'il est de la nature d'une modification physique d'être fugitive, tandis que l'on ne saurait comprendre qu'il en fût ainsi d'une modification chimique. L'atténuation s'effectuerait même, d'après eux, suivant une progression géométrique, c'est-à-dire que si, au bout d'un mois, l'image a perdu la moitié de son intensité, au bout de deux mois, elle en aura perdu les trois quarts, et ainsi de suite. Mais ce dernier fait n'est pas encore bien établi.

Que conclure de ces constatations contradictoires?

Il nous paraît probable que, sur toutes les surfaces sensibles, l'image latente tend à s'effacer, mais que la marche de ce phénomène varie beaucoup suivant la nature des préparations.

L'amateur doit donc se renseigner par quelques essais sur l'aptitude spéciale de la couche dont il fait usage. Et s'il constate, en cas de retard dans le développement, une notable décroissance de l'impression lumineuse (chose rare avec les bonnes marques), il modifiera, suivant les circonstances, la durée de la pose en prévision de l'intervalle qui la séparera du moment où la plaque sera soumise à l'action du révélateur.

Dans le doute et à défaut d'expériences préalables, l'opérateur aura soin de surexposer ses clichés, c'est-à-dire d'augmenter la durée ordinaire de la pose de un quart ou un tiers, toutes les fois que le développement devra être ajourné. Aucun inconvénient

grave ne peut résulter de ce procédé, même si l'intensité de l'image n'a pas faibli, car rien n'est plus facile que de mener à bien une plaque surexposée.

Enfin, il est toujours bon de révéler le plus tôt possible les clichés instantanés.

II. — DU RÉVÉLATEUR.

Tous les révélateurs dont il peut être fait usage avec une surface sensible déterminée n'ont pas la même énergie, et, pour un même révélateur, l'action réductrice dépend des proportions relatives des diverses substances dont le bain est composé, de la température de ce bain et du laps de temps pendant lequel la couche y est immergée.

En principe donc, la pose doit être réglée suivant la nature du développement.

Il n'y a guère lieu de se préoccuper des variations de ce facteur que pour les plaques au gélatinobromure, non seulement parce qu'elles sont employées aujourd'hui à peu près exclusivement, mais aussi parce que ce sont les seules dont les modes de développement comportent une assez grande diversité.

En l'état actuel des procédés photographiques, quatre révélateurs sont utilisés pour le traitement du gélatinobromure :

1° Le révélateur au fer;

2° Le révélateur à l'acide pyrogallique;

3° Le révélateur à l'hydroquinone;

4° Le révélateur à l'iconogène.

Rappelons, pour chacun d'eux, le dosage qui donne le *maximum d'énergie :*

Révélateur au fer.

Eau	100
Oxalate neutre de potasse	16
Sulfate de protoxyde de fer	8

Révélateur pyrogallique.

Eau	100
Acide pyrogallique	0,5
Carbonate de potasse	8
Sulfite de soude	4

Révélateur à l'hydroquinone.

Eau	100
Hydroquinone	1
Carbonate de potasse	6
Sulfite de soude	4

Révélateur à l'iconogène.

Eau	100
Iconogène	2
Carbonate de potasse	8
Sulfite de soude	4

On n'est pas d'accord sur le classement à établir entre ces révélateurs d'après leur énergie relative.

Au dire de certains praticiens, le premier est le moins puissant des quatre : l'acide pyrogallique l'emporte sur l'oxalate ferreux, l'hydroquinone est assimilable à l'acide pyrogallique, et l'iconogène est doué d'une action supérieure à celle de ses rivaux.

Si cette opinion était fondée et si les révélateurs devaient être appliqués *brutalement,* dans des conditions identiques, il faudrait donc poser moins longtemps en prévision du développement au pyrogallique ou à l'hydroquinone qu'en prévision du développement au fer, et moins longtemps encore en vue du développement à l'iconogène.

D'autres opérateurs soutiennent, au contraire, que tous les bains conduisent sensiblement au même résultat.

Il ne serait pas impossible de trancher le débat, en développant comparativement, avec les quatre révélateurs, des glaces de même sensibilité, exposées à la même lumière, pendant le même laps de temps, sous l'échelle photométrique du sensitomètre Warnerke.

Mais le résultat n'aurait guère d'intérêt au point de vue de la détermination du temps de pose; car, pour chacun des révélateurs, la puissance réductrice peut varier dans les plus larges limites.

Elle dépend d'abord évidemment de la durée d'action. Toutefois, celle-ci ne saurait jamais être très prolongée; car, au delà d'un certain temps d'immersion dans le bain, la couche de gélatine commence à souffrir et les plaques se voilent.

Elle dépend aussi de la température, dont l'élévation active le développement comme elle active toutes les réactions chimiques. La plus favorable est celle de + 18° C. à + 20° C.; au-dessus, la gélatine a une tendance à se soulever ou même à se dissoudre; au-dessous, l'action réductrice s'affaiblit. L'acide pyrogallique résiste assez bien à l'abaissement de la température; les autres révélateurs s'en ressentent davantage; l'oxalate ferreux, en particulier, perd presque complètement son action au-dessous de + 5°.

La puissance réductrice dépend enfin et surtout, pour un même révélateur, des proportions relatives des substances dont le bain est composé.

Les dosages indiqués plus haut donnent à peu près le maximum d'énergie pour chaque révélateur.

Cependant, cette énergie peut être accrue quelquefois, dans une certaine mesure, par l'emploi de divers accélérateurs; c'est ainsi que l'addition à l'oxalate ferreux d'une petite quantité d'hyposulfite de soude permet de réduire la durée de la pose.

Mais c'est principalement du côté de l'atténuation de l'action réductrice que la marge est considérable.

On l'obtient, soit en diluant le bain de développement, soit en y introduisant du bromure de potassium, soit en réduisant la proportion de sulfate pour le révélateur au fer, ou la proportion de carbonate pour les autres révélateurs, etc.

Grâce à ces modifications, il est toujours possible à l'opérateur exercé, surtout s'il est prévenu, de mener à bien une plaque surexposée, le fût-elle fortement.

Rien d'aisé, par exemple, comme d'obtenir deux clichés d'intensité égale avec deux plaques dont les temps de pose sont comme 1 est à 4.

Bien plus, à titre d'expérience, nous avons pu développer convenablement deux glaces, exposées dans les mêmes conditions, mais dont l'une avait posé une seconde et l'autre une minute, soit soixante fois davantage. Nous y sommes parvenu en passant d'abord la plaque surexposée dans un bain de bromure de potassium à 10 pour 100 et en la traitant ensuite, sans lavage intermédiaire, par l'acide pyrogallique, le développement ayant été commencé avec une goutte de la solution de carbonate.

Donc, *au-dessus d'un certain minimum de pose,* les révélateurs donnent une très grande latitude.

C'est en tablant sur celle-ci que tant d'amateurs croient pouvoir poser à peu près au hasard. Ils réussissent, il est vrai, quelques clichés par raccroc, mais, le plus souvent, ils sont contraints d'épuiser toutes les ressources du développement et de torturer la plaque pour obtenir un résultat à peine passable.

A notre avis, cette méthode, ou plutôt cette absence de méthode, est absolument détestable; car, en Photographie, une pose exacte; est la condition *sine qua non* du succès.

Nous croyons qu'il est indispensable, pour le développement comme pour les autres facteurs, de choisir un point de comparaison invariable.

Et nous conseillons au débutant :

1° *De prendre pour base le pouvoir révélateur de l'oxalate ferreux à demi-dose de fer, c'est-à-dire composé de* 16 *pour* 100 *d'oxalate et de* 4 *pour* 100 *de sulfate;*

2° *De régler le temps de pose de telle sorte que les clichés se développent facilement et en quelques minutes dans le bain ci-dessus;*

3° *Ce faisant, de pencher plutôt du côté de la surexposition que du côté de la sous-exposition.*

Les autres formules n'en seront pas moins applicables, mais toute la latitude qu'elles donnent sera réservée :

1° Pour corriger les écarts de pose pouvant résulter d'une erreur commise dans l'application des divers coefficients;

2° Pour tirer du cliché tel ou tel *effet;*

3° En matière d'instantanéité, où, les plaques étant le plus souvent fortement sous-exposées, ce n'est pas trop de toutes les ressources du développement pour les mener à bien.

CHAPITRE VI.

DE LA DÉTERMINATION DU TEMPS DE POSE PAR LA COMBINAISON DES DIVERS FACTEURS.

Nous devrions maintenant, pour suivre l'ordre logique et épuiser la liste des facteurs du temps de pose, passer à l'instantanéité.

Mais le mouvement du sujet à reproduire constitue, en réalité, moins un facteur qu'une cause perturbatrice, et il nous paraît préférable d'en ajourner l'examen pour parler immédiatement de la combinaison des facteurs proprement dits, dont nous venons de terminer l'étude.

Aussi bien, après notre longue analyse, le lecteur doit-il attendre impatiemment la synthèse.

Il ne connaît encore, en effet, que des coefficients épars, sans lien commun, et dont aucun n'indique par lui-même le temps de pose à employer dans tel ou tel cas, car ils supposent tous une unité que nous avons laissée jusqu'à présent indéterminée.

Une fois cette unité connue, il suffira évidemment de la multiplier par les divers coefficients, mais tout repose sur sa détermination préalable.

Comment donc y procéder?

Par l'expérience, et par une expérience bien simple.

Elle consiste à chercher, par tâtonnements, le temps de pose nécessaire pour reproduire, dans des conditions nettement précisées, un sujet quelconque. Ce temps de pose, une fois trouvé, est ensuite réduit à l'unité, pour chaque ordre de facteurs, par un calcul élémentaire.

Voici la marche à suivre.

L'opérateur, se conformant aux indications données au Cha-

pitre IV ([1]), calculera d'abord, en chiffres ronds, la clarté de son objectif, pour chacun des diaphragmes dont il peut être muni et en prenant pour base la longueur focale principale.

Ce calcul effectué, il placera dans la monture de l'objectif *l'un des petits diaphragmes*. Il chargera ses châssis avec des plaques de même marque et de même numéro de fabrication, c'est-à-dire d'égale sensibilité.

Puis il fera choix d'un sujet remplissant les conditions énoncées page 71 : une rangée d'arbres ou la façade d'un monument sombre, avons-nous dit.

Il s'en placera à une distance supérieure à cent fois la longueur focale principale de l'objectif.

Il exposera alors, pendant des temps inégaux ([2]), espacés suivant une progression arithmétique, soit une série de plaques, soit, plus simplement, deux plaques découvertes par fractions successives, comme il est expliqué au Chapitre V ([3]).

Il aura soin de retenir la date, l'heure et l'état du ciel.

Enfin, il développera sans retard ses clichés, en les immergeant pendant cinq minutes dans le bain d'oxalate ferreux à demi-dose de fer ([4]).

Et il notera précieusement celui des temps de pose qui lui aura donné un cliché irréprochable.

Cette unique expérience suffit; mais, comme elle doit servir de base, elle doit être exécutée avec le plus grand soin, et poursuivie jusqu'à l'obtention d'un négatif aussi parfait que possible.

([1]) Page 52.

([2]) Quelles devront être les durées de ces expositions? Nous ne pouvons évidemment l'indiquer *a priori*. Voici cependant, en vue de limiter l'incertitude du débutant, une formule faisant connaître, pour le gélatinobromure, le temps de pose autour duquel on devra se mouvoir. Soient P le temps de pose, O la clarté de l'objectif, la pose à employer au mois de juin, par plein soleil, milieu du jour, avec une plaque de sensibilité moyenne, sera donnée approximativement par la formule $P = \frac{O^2}{667}$. Avec des plaques de sensibilité extrême, la formule serait $P = \frac{O^2}{2000}$. Nous n'entendons parler, cela va de soi, que des plaques fabriquées *actuellement*.

([3]) Page 71.

([4]) *Voir* page 80.

Ce résultat obtenu, le temps de pose trouvé sera réduit, par une simple règle de trois, d'abord à l'unité de la Table des coefficients de clarté (Table VI) (1), puis à l'unité de la Table des coefficients d'éclairage (Table II) (2), et enfin à l'unité de la Table des coefficients d'éclat intrinsèque (Table V) (3).

Dès lors, on sera en possession de l'*unité de pose* cherchée, et l'opérateur n'aura plus à l'avenir, pour déterminer ses durées d'exposition, qu'à la multiplier, suivant les cas, par les divers coefficients que nous lui avons fait connaître.

La méthode exposée, précisons-en l'application par un exemple.

Nous disposons d'un objectif de $0^m,27$ de longueur focale principale et le diaphragme dont nous l'avons muni mesure $0^m,0067$ de diamètre; sa clarté est donc F/40.

Nos châssis sont chargés avec des plaques au gélatinobromure, de sensibilité moyenne, des Monckhoven si l'on veut.

Le sujet choisi est un monument en pierres sombres.

Nous sommes au 20 octobre, nous opérons à 10^h du matin et par ciel bleu, mais sans soleil sur le sujet.

Au développement, nous constatons qu'une pose de 12^s donne un excellent cliché.

Nous réduisons d'abord ce chiffre à l'unité de la Table des coefficients de clarté (Table VI) : si F/40 exige une pose de 12^s, F/10, l'unité, devra poser, d'après la Table, 16 fois moins.

D'où la proportion

$$16 : 1 :: 12 : x; \qquad x = \frac{12}{16} = 0,75.$$

Nous réduisons ensuite ce nouveau chiffre à l'unité de la Table des coefficients d'éclairage (Table II); la Table nous indique qu'en octobre, 10^h du matin, par ciel bleu, sans soleil sur le sujet, la pose est égale à l'unité multipliée par 5,4.

D'où

$$5,4 : 1 :: 0,75 : x; \qquad x = \frac{0,75}{5,4} = 0,1389.$$

(1) Page 54.
(2) Page 20.
(3) Page 43.

Enfin, dernière réduction à l'unité de la Table des coefficients d'éclat intrinsèque (Table V); pour un monument sombre le coefficient est 12 :

$$12 : 1 :: 0,1389 : x; \qquad x = \frac{0,1389}{12} = 0,0116.$$

C'est là l'unité de pose cherchée : elle est donc d'environ un centième de seconde.

Nous nous empressons de la noter. Elle nous servira désormais de point de départ constant; car, quelles que soient les conditions dans lesquelles nous aurons à opérer, il nous suffira, pour trouver le temps de pose, de la multiplier successivement par les divers coefficients.

Supposons, en effet, que nous ayons à utiliser un objectif de $0^m,22$ de longueur focale, avec diaphragme de $0^m,013$, pour photographier en mai, à 5^h du soir, par temps nuageux et sombre, sur une plaque deux fois plus rapide que la plaque ci-dessus, un dessous de bois à couvert léger, très éclairé.

Les coefficients applicables, d'après les Tables, sont les suivants :

Coefficient de clarté (F/17)	2,89
» d'éclairage	38
» d'éclat intrinsèque	40

Nous multiplions notre unité par ces coefficients :

$$0,0116 \times 2,89 \times 38 \times 40 = 50,96.$$

La plaque employée étant deux fois plus rapide que la précédente, nous devons, en outre, pour tenir compte du coefficient de sensibilité, prendre la moitié du chiffre obtenu, soit 25,48.

Le temps de pose sera donc de 25^s.

Dans l'exemple ci-dessus, comme dans l'exposé qui l'a précédé, nous avons omis, le lecteur a pu s'en apercevoir, un certain nombre de facteurs.

Cette omission a été intentionnelle.

Nous avons volontairement laissé de côté [1] :

---

[1] *Voir* la Table I, page 4.

1° Les facteurs *latitude* et *altitude,* parce que nous étions censé opérer en France et à une faible élévation au-dessus du niveau de la mer, le débutant ne pouvant avoir la pensée, pour effectuer ses premiers essais, de choisir la région des hautes montagnes;

2° Les facteurs *température* et *constitution des lentilles,* dont l'importance est des plus minimes;

3° Les facteurs *degré d'orthochromatisme* et *degré de persistance de l'impression lumineuse,* parce que nous avions affaire à des plaques ordinaires, destinées à être développées immédiatement;

4° Le facteur *énergie du révélateur,* parce que nous nous en tenions au révélateur à demi-dose de fer, adopté par nous comme étalon.

Nous n'avions pas davantage à faire entrer en ligne l'allongement de longueur focale qui se produit en cas de reproduction d'objets très rapprochés (Tables VII et VIII), puisque nous nous adressions à un sujet distant de l'appareil de plus de cent longueurs focales.

Il en est presque toujours ainsi. L'influence de ces divers facteurs est généralement négligeable, sinon nulle; le débutant n'a pas à s'en préoccuper.

Plus tard, quand il se sera rendu maître de son temps de pose, il utilisera les données que nous lui avons fournies à ce point de vue; mais à ses premiers pas, il est indispensable de lui épargner d'inutiles complications.

Il s'en tiendra donc aux Tables II, V et VI.

Ce serait même déjà beaucoup pour lui que d'avoir à effectuer quatre multiplications au moment d'opérer. Heureusement, trois de ces calculs peuvent être effectués à l'avance.

En effet, l'opérateur peut déterminer une fois pour toutes :

1° Le degré de sensibilité de ses plaques; nous lui avons dit comment et nous lui avons conseillé d'en changer le moins possible;

2° Les coefficients de clarté pour toutes les combinaisons d'objectifs et de diaphragmes dont il compte faire usage.

Il lui est donc facile de dresser, avec ces données, et pour l'unité

des coefficients d'éclairage (Table II), une Table des temps de pose applicables, suivant les diverses combinaisons optiques, à tous les sujets compris dans la Table des coefficients d'éclat intrinsèque (Table V).

Il y parviendra en inscrivant, par rangées, les sujets dans une colonne verticale, les combinaisons optiques dans une colonne horizontale, et en plaçant les temps de pose correspondants, exprimés en secondes, aux intersections des rangées [1].

Il n'aura plus alors, sur le terrain, qu'à multiplier le temps de pose indiqué par le coefficient d'éclairage applicable.

Afin d'appuyer ce conseil d'un exemple, nous demandons au lecteur la permission de mettre sous ses yeux la Table des temps de pose que nous avons dressée pour notre usage personnel.

Nous utilisons habituellement, avec notre chambre 13 × 18, une trousse aplanétique comprenant trois principales combinaisons de lentilles, qui sont les suivantes :

Combinaisons.	N°	Longueurs focales principales.	Diaphragmes. N°.	Diaphragmes. Diamètres.
				m
Aplanétiques....	1°.....	$0^m,27$.....	1.....	0,038
			$1\frac{1}{3}$.....	0,033
			4.....	0,019
			16.....	0,0095
			64.....	0,0047
			256.....	0,0024
	2°.....	$0^m,22$.....	4.....	0,019
			16.....	0,0095
			64.....	0,0047
			256.....	0,0024
Grand angulaire.	3°.....	$0^m,14$.....	32.....	0,0067
			64.....	0,0047
			256.....	0,0024

C'est pour cette trousse qu'a été établie la Table ci-après.

[1] En général, il est inutile de faire figurer sur ce Tableau les sujets monochromes de la Table IV (p. 38), l'amateur n'ayant à effectuer la reproduction de ces sortes de sujets que très exceptionnellement.

Dans l'application des chiffres indiqués, une fois la durée d'exposition déterminée, nous négligeons les fractions de seconde, sauf pour les poses très courtes qui nécessitent l'emploi d'un obturateur instantané.

A côté de cette Table, et sur la même feuille, nous avons placé :

1° La Table des coefficients d'éclairage (Table II);

2° La formule qui donne le temps de pose à l'intérieur;

3° Le coefficient de sensibilité des plaques extra-rapides dont nous nous servons concurremment avec les plaques Monckhoven;

4° Enfin, le Tableau des sujets instantanés, que l'on trouvera plus loin (Table XIV).

L'ensemble constitue un carré de papier d'environ $0^m,40$ de côté. Nous l'avons fait découper et monter sur toile, comme une carte de géographie portative. Il peut donc se plier et se placer dans la poche, ainsi qu'un portefeuille.

Tel est notre *vade-mecum* depuis plusieurs années. Grâce à lui, et *en ayant soin de tenir compte des observations placées à la suite des Tables II et V,* nous posons à coup sûr.

Temps de pose pour une trousse aplanétique

Par plein soleil; le 21 juin; milieu du jour; latitude

(*Voir* les observations placées

NUMÉROS ET LONGUEURS FOCALES PRINCIPALES DES COMBINAISONS...	NUMÉRO 3. F = 0m,14.		
NUMÉROS DES DIAPHRAGMES.....	256	64	32
	m s	m s	m s
SUJETS : 1° Nuages.....	0. 0,4	0. 0,1	0. 0,05
2° Mer. Neige.....	0,8	0,2	0,1
3° Bateaux en mer. Glaciers avec rochers.....	2,4	0,6	0,3
4° Lointains et vues panoramiques, sans masses de verdure.	1,6	0,4	0,2
5° » » avec masses de verdure claire.....	2,4	0,6	0,3
6° Lointains et vues panoramiques, avec masses de verdure foncée.....	3,2	0,8	0,4
7° Vue de verdure avec nappe d'eau.....	4	1	0,5
8° » rapprochée, seule.....	8	2	1
9° Bords de rivière ombragés.....	16	4	2
10° Dessous de bois à couvert léger, très éclairé.....	16	4	2
11° » » moins éclairé.....	32	8	4
12° » à couvert épais.....	48	12	6
13° » » avec masses de verdure foncée ou troncs foncés à l'avant-plan.....	2. 0	30	15
14° Fonds de ravins ombragés.....	2. 0	30	15
15° Excavations de rochers.....	32	8	4
16° Monuments blancs et vues avec plans rapprochés bien éclairés.....	3,2	0,8	0,4
17° Monuments sombres et vues avec plans rapprochés peu éclairés.....	5	1,2	0,6
18° Détails d'architecture, pierre claire.....	8	2	1
19° » » pierre sombre.....	16	4	2
20° Cours intérieures en partie dans l'ombre.....	16	4	2
21° Sujets animés. Nature morte.....	8	2	1
22° *Groupes et portraits, en pied, à l'ombre*.....	32	8	4
23° » » » *très près d'une fenêtre ou sous un abri*.....	»	16	8
24° *Groupes et portraits, en pied, à l'atelier*.....	»	26	13
25° » » » *dans un salon ordinaire.*	»	»	»
26° Reproductions de traits noirs sur fond blanc, cartes ou gravures.....	8	2	1
27° Reproductions de photographies.....	12	3	1,5
28° *Intérieurs d'appartements bien éclairés*.....	5.22	1.20	40
29° » » *sombres*.....	16. 0	4. 0	2. 0
30° *Intérieur d'église bien éclairé*.....	1h 20m	20. 0	10. 0

à trois combinaisons de lentilles.

moyenne de la France; avec plaques Monckhoven.

à la suite de la Table V, p. 44.)

NUMÉRO 2. F = 0m,22.				NUMÉRO 1. F = 0m,27.					
256	64	16	4	256	64	16	4	1 1/8	1
m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s
0. 1	0. 0,25	0. 0,06	0. 0,0155	0. 1,3	0. 0,32	0. 0,08	0. 0,02	0. 0,0075	0. 0,0056
2	0,5	0,12	0,03	2,6	0,64	0,16	0,04	0,015	0,011
6	1,5	0,37	0,09	9	2,2	0,56	0,14	0,045	0,034
4	1	0,25	0,06	5,6	1,4	0,36	0,09	0,03	0,022
6	1,5	0,37	0,09	9	2,2	0,56	0,14	0,04	0,034
8	2	0,5	0,12	11	2,8	0,7	0,18	0,06	0,045
10	2,5	0,6	0,16	16	4	1,0	0,24	0,08	0,06
20	5	1,2	0,3	28	7	1,8	0,44	0,15	0,11
40	10	2,5	0,6	1. 0	14	3,5	0,9	0,3	0,22
40	10	2,5	0,6	1. 0	14	3,5	0,9	0,3	0,22
1.20	20	5	1,2	2. 0	28	7	1,8	0,6	0,45
2. 0	30	8	1,9	3. 0	44	11	2,7	0,9	0,67
5. 0	74	19	4,6	7.20	1.50	28	7	2,2	1,7
5. 0	74	19	4,6	7.20	1.50	28	7	2,2	1,7
1.20	20	5	1,2	2. 0	28	7	1,8	0,6	0,45
8	2	0,5	0,12	12	3	0,8	0,2	0,7	0,05
12	3	0,75	0,19	18	4,4	1,1	0,28	0,9	0,07
20	5	1,2	0,3	28	7	1,8	0,45	0,15	0,11
40	10	2,5	0,6	1. 0	14	3,5	0,9	0,3	0,22
40	10	2,5	0,6	1. 0	14	3,5	0,9	0,3	0,22
20	5	1,2	0,3	28	7	1,8	0,45	0,15	0,11
»	20	5	1,2	»	28	7	1,8	0,6	0,45
»	40	10	2,5	»	»	14	3,6	1,2	0,9
»	»	16	4	»	»	22	5,6	1,9	1,4
»	»	»	20	»	»	»	30	10	7
20	5	1,2	0,3	28	7	1,8	0,44	0,15	0,11
29	7	1,9	0,5	40	10	2,6	0,7	0,22	0,17
13.14	3.18	50	12	20. 0	5. 0	1.10	18	7	4,5
40. 0	10. 0	2.30	37	1h	14. 0	3.30	52	18	13
3h 12m	48. 0	12. 0	3. 0	4h 15m	1h 4m	16. 0	4. 0	1.20	1. 0

Il dépend de chacun de nos lecteurs de se procurer un Tableau semblable.

Comme nous venons de le voir, c'est l'affaire d'une expérience qui n'exige pas une demi-journée de travail, et de quelques calculs, minutieux peut-être, mais qui sont effectués une fois pour toutes.

Son Tableau des temps de pose établi, le photographe n'aura plus à se préoccuper que de s'en servir judicieusement, ce qui ne demande qu'un peu d'attention et de pratique, et, ainsi que nous le lui avons promis au début de ces pages, il s'épargnera absolument tous les insuccès provenant d'une pose inexacte.

Deux recommandations encore :

1° *Dans les cas douteux, et par les éclairages faibles, pencher du côté de la surexposition ; de même en voyage, et lorsque le développement doit être différé.*

2° *Avoir un carnet sur lequel on notera les conditions d'exposition de chaque cliché et le résultat obtenu ;* les pages en seront disposées ainsi :

N° d'ordre.	N° du châssis.	SUJET.	DATE.	HEURE.	LUMIÈRE.	OBJECTIF.	DIAPHRAGME.	PLAQUE.	POSE.	DÉVELOPPEMENT.	RÉSULTAT.

Ce carnet, s'il est régulièrement tenu, sera d'une grande utilité : il permettra d'abord de se rendre compte d'une erreur commise dans l'application des coefficients, et, si elle a été renouvelée pour toute une série de clichés, de la réparer, par un développement approprié, après le traitement de la première plaque; enfin et surtout, il fournira des indications qui permettront à l'opérateur de rectifier au besoin, en tous cas de compléter et de perfectionner de plus en plus son Tableau des temps de pose.

Une dernière remarque.

Nous aurions pu établir la Table V en prenant pour unité un chiffre tel que, étant connu le numéro marqué au sensitomètre Warnerke par les plaques employées, une simple multiplication des divers coefficients les uns par les autres eût immédiatement fait connaître, en secondes, la durée de la pose nécessaire dans une circonstance quelconque ([1]).

Ce système, très séduisant à première vue, donne, en pratique, de mauvais résultats : la sensibilité des préparations est chose trop changeante et trop délicate à déterminer pour qu'il soit possible d'adopter une base générale et invariable.

([1]) Si l'on ne tient compte que des facteurs les plus importants, soit :

1° De l'éclat E du sujet,
2° De l'intensité I de l'éclairage,
3° De la clarté C de l'objectif,
4° De la sensibilité s de la plaque et
5° De la distance D du sujet à l'objectif (rapprochement),
F étant la longueur focale principale de l'objectif,

on trouve comme formule générale du temps de pose t :

$$t = \frac{1}{E}\,\frac{1}{I}\,\frac{1}{C}\,\frac{1}{s}\,\frac{D^2}{(D-F)^2}.$$

Le temps de pose étant le produit de ces cinq coefficients, on obtient la valeur numérique des coefficients d'éclat, en recherchant par l'expérience, dans des conditions déterminées d'éclairage, de clarté d'objectif, de sensibilité de plaque et de distance, les durées d'exposition les plus convenables à la reproduction des divers sujets, et en divisant ensuite les temps de pose trouvés par le produit des quatre derniers coefficients. Les quotients de ces divisions donnent les coefficients d'éclat, c'est-à-dire les temps de pose lorsque les autres coefficients sont égaux à l'unité. (De la Baume Pluvinel, *Le temps de pose.*)

C'est pourquoi nous avons jugé préférable de laisser à chaque opérateur le soin de se renseigner, par une expérience personnelle, sur la rapidité du type de plaques dont il compte faire usage. Ce qui ne l'empêchera pas, ce point de départ acquis, de recourir avec avantage au sensitomètre et à la Table X, quand il voudra comparer à ses plaques habituelles les autres marques du commerce.

CHAPITRE VII.

DES SUJETS INSTANTANÉS.

Il nous reste à nous occuper du mouvement du sujet à reproduire, et par conséquent des poses instantanées.

Ces deux mots *pose* et *instantanéité* paraissent contradictoires et le langage courant les oppose l'un à l'autre.

Au fond, cependant, un instant, si court soit-il, a toujours une durée quelconque, et l'*instantanéité* ne désigne pas autre chose que des poses trop courtes pour être réalisées sans le secours d'un appareil spécial, l'*obturateur,* combiné de façon à démasquer et à recouvrir l'objectif avec une rapidité que la main de l'opérateur ne saurait atteindre.

Ces poses sont celles inférieures à $\frac{1}{4}$ de seconde. Dans la pratique ordinaire de la photographie, elles varient de $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{300}$ de seconde, c'est-à-dire dans la proportion de 1 à 60.

Poser une fraction de seconde, c'est toujours poser, et, en théorie du moins, une détermination rigoureuse du temps de pose est d'autant plus indispensable que celui-ci est plus court, le moindre écart prenant alors une grande importance relative.

Le mouvement du sujet à reproduire est un facteur du temps de pose; car il est de toute nécessité, lorsqu'on veut photographier des corps en mouvement, que la durée de l'exposition soit assez brève pour que le déplacement du sujet ne soit pas visible sur le cliché.

L'idéal serait que, lorsque ce facteur entre en ligne, il n'en fût pas moins tenu compte de tous les autres, et que la pose nécessaire

pour obtenir une netteté suffisante fût en même temps la pose indiquée par la combinaison des divers coefficients.

Cet idéal peut quelquefois être atteint, grâce à un emploi judicieux des diaphragmes, quand le mouvement du sujet est peu rapide, l'éclairage puissant, l'objectif lumineux, et la plaque très sensible.

Mais le plus souvent le mouvement du sujet devient, en quelque sorte, une cause perturbatrice des autres éléments de la pose, celle-ci ne pouvant être assez prolongée pour qu'ils reçoivent une complète satisfaction. Ils sont alors sacrifiés, en partie, à la nécessité impérieuse d'obtenir une image nette, et le temps de pose normal est plus ou moins réduit. De là, l'obligation de faire appel à toutes les ressources d'un développement énergique pour obtenir un cliché satisfaisant.

Si même la vitesse du sujet dépasse une certaine limite, il devient impossible d'obtenir à la fois la netteté et une impression suffisante.

Il y a donc, au point de vue qui nous occupe, deux questions à examiner en matière d'instantanéité :

1° La rapidité de pose nécessaire à la netteté de l'image, suivant le mouvement du sujet à reproduire;

2° Les conditions dans lesquelles cette rapidité permet d'obtenir une impression suffisante à l'obtention d'un bon négatif.

La solution théorique de la première question est fort simple.

On constate, d'une part, que, pour qu'une image apparaisse suffisamment nette sur un cliché de petites dimensions, il faut que pendant la pose elle ne se soit pas déplacée sur la plaque de plus de $\frac{1}{10}$ de millimètre.

D'autre part, l'étendue de ce déplacement dépend :

1° De la vitesse propre du sujet;

2° De la distance qui le sépare de l'appareil, car, plus cette distance augmente, plus sa vitesse apparente diminue;

3° De sa direction plus ou moins normale à l'axe de l'objectif; la vitesse angulaire atteint son maximum quand le sujet se meut perpendiculairement à l'axe; elle diminue si le mouvement devient oblique, et elle se trouve réduite au minimum s'il devient parallèle;

4° De la longueur focale de l'objectif; plus cette longueur

s'accroît, plus un même déplacement apparent du sujet entraîne d'amplitude dans le déplacement de l'image sur la plaque.

En un mot, la netteté est en raison inverse de la vitesse apparente du sujet et de la grandeur de l'image.

Entre cette vitesse et le déplacement sur la plaque, il y a donc le même rapport qu'entre la dimension du sujet et celle de l'image.

Or, la dimension de l'image est égale à la réduction du sujet (1), et l'on sait que cette réduction est donnée par le nombre de longueurs focales moins une qui séparent l'objectif du sujet : l'image d'un corps situé à 26 fois la longueur focale est une image au $\frac{1}{25}$.

Si donc l'on connaît la vitesse du sujet à reproduire, il est facile de calculer, en supposant sa direction normale à l'axe de l'objectif, la pose qu'il faudra adopter, suivant la distance, pour que le déplacement sur la plaque ne dépasse pas $\frac{1}{10}$ de millimètre (2).

La Table ci-après donne, en chiffres ronds, les résultats de ce calcul pour les vitesses inférieures à 13^m par seconde et les distances supérieures à 15 fois la longueur focale (15 F).

Au delà de 12^m par seconde pour la vitesse, et en deçà de 16 F pour la distance, il faudrait recourir à des poses irréalisables avec les obturateurs portatifs et qui, d'ailleurs, ne laisseraient pas à la plaque le temps de s'impressionner.

---

(1) En Photographie instantanée, on ne peut faire que des réductions; les agrandissements directs et même les reproductions de grandeur naturelle sont impossibles.

(2) Soient

1° V la vitesse de translation du sujet, c'est-à-dire son déplacement en mètres par seconde;
2° D la distance du sujet à l'objectif, en mètres;
3° F la longueur focale principale de l'objectif, en mètres;
4° φ l'angle que fait l'axe principal de l'objectif avec la direction du mouvement du sujet;
5° ω la longueur tolérée, en mètres, du déplacement d'un point de l'image sur la plaque pendant l'exposition;
6° S et I les dimensions respectives du sujet et de son image,

le temps de pose T est donné par les formules :

$$T = \frac{(D - F)}{FV \sin\varphi}\,\omega,$$

$$T = \frac{S}{I}\,\frac{\omega}{V \sin\varphi}.$$

TABLE

Durées maxima des poses instantanées selon la

DISTANCE du sujet a l'objectif.	VITESSE DU SUJET										
	0m,10	0m,20	0m,30	0m,40	0m,50	0m,60	0m,70	0m,80	0m,90	1m,00	1m,50
16 F.	$\frac{1}{75}$ 0,0133	$\frac{1}{150}$ 0,0067	$\frac{1}{250}$ 0,0040								
21 F.	$\frac{1}{50}$ 0,0200	$\frac{1}{100}$ 0,0100	$\frac{1}{150}$ 0,0067	$\frac{1}{200}$ 0,0050	$\frac{1}{250}$ 0,0040	$\frac{1}{300}$ 0,0033					
26 F.	$\frac{1}{40}$ 0,0250	$\frac{1}{80}$ 0,0125	$\frac{1}{120}$ 0,0083	$\frac{1}{160}$ 0,0062	$\frac{1}{200}$ 0,0050	$\frac{1}{250}$ 0,0040					
51 F.	$\frac{1}{20}$ 0,0500	$\frac{1}{40}$ 0,0250	$\frac{1}{60}$ 0,0167	$\frac{1}{80}$ 0,0125	$\frac{1}{100}$ 0,0100	$\frac{1}{120}$ 0,0083	$\frac{1}{140}$ 0,0071	$\frac{1}{160}$ 0,0062	$\frac{1}{180}$ 0,0056	$\frac{1}{200}$ 0,0050	$\frac{1}{300}$ 0,0033
101 F.	$\frac{1}{10}$ 0,1000	$\frac{1}{20}$ 0,5000	$\frac{1}{30}$ 0,0333	$\frac{1}{40}$ 0,0250	$\frac{1}{50}$ 0,0200	$\frac{1}{60}$ 0,0167	$\frac{1}{70}$ 0,0143	$\frac{1}{80}$ 0,0125	$\frac{1}{90}$ 0,0111	$\frac{1}{100}$ 0,0100	$\frac{1}{150}$ 0,0067
201 F.	$\frac{1}{5}$ 0,2000	$\frac{1}{10}$ 0,1000	$\frac{1}{15}$ 0,0667	$\frac{1}{20}$ 0,0500	$\frac{1}{25}$ 0,0400	$\frac{1}{30}$ 0,0333	$\frac{1}{35}$ 0,0286	$\frac{1}{40}$ 0,0250	$\frac{1}{45}$ 0,0222	$\frac{1}{50}$ 0,0200	$\frac{1}{75}$ 0,0133
301 F.	$\frac{1}{3}$ 0,3300	$\frac{1}{6}$ 0,1700	$\frac{1}{10}$ 0,1000	$\frac{1}{15}$ 0,0667	$\frac{1}{20}$ 0,0500	$\frac{1}{20}$ 0,0500	$\frac{1}{25}$ 0,0400	$\frac{1}{25}$ 0,0400	$\frac{1}{30}$ 0,0333	$\frac{1}{35}$ 0,0286	$\frac{1}{50}$ 0,0200
401 F.	$\frac{1}{3}$ 0,3300	$\frac{1}{5}$ 0,2000	$\frac{1}{8}$ 0,1200	$\frac{1}{10}$ 0,1000	$\frac{1}{15}$ 0,0667	$\frac{1}{20}$ 0,0500	$\frac{1}{20}$ 0,0500	$\frac{1}{20}$ 0,0500	$\frac{1}{20}$ 0,0500	$\frac{1}{25}$ 0,0400	$\frac{1}{35}$ 0,0286
501 F.	$\frac{1}{2}$ 0,5000	$\frac{1}{4}$ 0,2500	$\frac{1}{6}$ 0,1700	$\frac{1}{8}$ 0,1200	$\frac{1}{10}$ 0,1000	$\frac{1}{15}$ 0,0667	$\frac{1}{15}$ 0,0667	$\frac{1}{20}$ 0,0500	$\frac{1}{20}$ 0,0500	$\frac{1}{20}$ 0,0500	$\frac{1}{30}$ 0,0333
601 F.	$\frac{2}{3}$ 0,6600	$\frac{1}{3}$ 0,3300	$\frac{1}{5}$ 0,2000	$\frac{1}{6}$ 0,1700	$\frac{1}{8}$ 0,1200	$\frac{1}{10}$ 0,1000	$\frac{1}{15}$ 0,0667	$\frac{1}{15}$ 0,0667	$\frac{1}{15}$ 0,0667	$\frac{1}{20}$ 0,0500	$\frac{1}{25}$ 0,0400

La longueur focale principale F de l'objectif est prise pour unité de distance. — Les temps de pose, exprimés en

XII.

vitesse et la distance du sujet en mouvement.

PAR SECONDE.

2m,00	2m,50	3m,00	4m,00	5m,00	6m,00	7m,00	9m,00	11m,00	12m,00	
$\frac{1}{200}$ 0,0050	$\frac{1}{250}$ 0,0040	$\frac{1}{300}$ 0,0033								Temps de pose pour un déplacement de l'image de $\frac{1}{10}$ de millimètre.
$\frac{1}{100}$ 0,0100	$\frac{1}{150}$ 0,0067	$\frac{1}{150}$ 0,0067	$\frac{1}{200}$ 0,0050	$\frac{1}{300}$ 0,0033						
$\frac{1}{70}$ 0,0143	$\frac{1}{100}$ 0,0100	$\frac{1}{100}$ 0,0100	$\frac{1}{150}$ 0,0067	$\frac{1}{200}$ 0,0050	$\frac{1}{200}$ 0,0050	$\frac{1}{250}$ 0,0040	$\frac{1}{300}$ 0,0033			
$\frac{1}{50}$ 0,0200	$\frac{1}{75}$ 0,0133	$\frac{1}{75}$ 0,0133	$\frac{1}{100}$ 0,0100	$\frac{1}{150}$ 0,0067	$\frac{1}{150}$ 0,0067	$\frac{1}{200}$ 0,0050	$\frac{1}{225}$ 0,0045	$\frac{1}{300}$ 0,0033	$\frac{1}{300}$ 0,0033	
$\frac{1}{40}$ 0,0250	$\frac{1}{50}$ 0,0200	$\frac{1}{60}$ 0,0167	$\frac{1}{80}$ 0,0125	$\frac{1}{120}$ 0,0083	$\frac{1}{120}$ 0,0083	$\frac{1}{140}$ 0,0071	$\frac{1}{180}$ 0,0056	$\frac{1}{200}$ 0,0050	$\frac{1}{250}$ 0,0040	
$\frac{1}{30}$ 0,0333	$\frac{1}{50}$ 0,0200	$\frac{1}{50}$ 0,0200	$\frac{1}{60}$ 0,0167	$\frac{1}{100}$ 0,0100	$\frac{1}{100}$ 0,0100	$\frac{1}{120}$ 0,0083	$\frac{1}{150}$ 0,0067	$\frac{1}{180}$ 0,0056	$\frac{1}{200}$ 0,0050	

fractions de seconde, sont inscrits à la fois en fractions ordinaires et en fractions décimales.

Telle est la solution théorique de la première question. *Théorique,* disons-nous, car en pratique les choses sont loin d'être aussi simples.

D'abord, il est à peu près impossible de réaliser avec précision une pose instantanée d'une durée déterminée.

Cette impossibilité tient à plusieurs causes.

En premier lieu, la plupart des obturateurs donnent bien plusieurs vitesses, mais ils ne sont pas gradués en fractions de seconde et ne pourraient l'être sans devenir des instruments beaucoup trop délicats.

En second lieu, en admettant que les diverses vitesses d'un même obturateur soient constantes (ce qui est fort rare), il est bien possible d'en effectuer la mesure; mais la durée du fonctionnement mécanique de l'instrument n'est jamais égale à celle de la pose : cette dernière durée est toujours inférieure à la première.

Cela vient de ce que l'action de la lumière sur la surface sensible ne s'exerce utilement qu'à partir d'un certain degré d'intensité et de ce que, quel que soit le mécanisme, l'objectif ne saurait être démasqué et recouvert d'un seul coup : la lumière y pénètre progressivement et en est chassée de même. Or, elle n'agit pas dès son admission dans la chambre noire, et elle cesse d'agir avant le moment où elle est complètement exclue. Son action commence d'autant plus tôt et finit d'autant plus tard que les rayons sont plus puissants : autrement dit, la durée d'action de la lumière est proportionnelle à son intensité.

Donc, pour une même vitesse mécanique de l'obturateur, le temps de pose est variable : il s'accroît par les lumières vives, se réduit par les lumières faibles, et, dans tous les cas, reste inférieur au laps de temps qui s'écoule entre l'ouverture et la fermeture de l'instrument.

En outre, toujours pour une même vitesse mécanique, il diminue avec la sensibilité des plaques; l'affaiblissement de cette sensibilité équivaut à l'affaiblissement des rayons lumineux; l'impression en devient plus tardive et moins prolongée.

Ce n'est pas tout. L'emploi des diaphragmes peut aussi influer, à un double point de vue, sur la durée de l'exposition :

1° Tout diaphragme entraînant une diminution dans la quantité de lumière admise, plus le diaphragme est petit, plus la lumière s'atténue, et plus, par conséquent, la durée de son action se trouve réduite.

2° Dans les obturateurs qui démasquent *latéralement* l'objectif, les guillotines, par exemple, la présence d'un diaphragme retarde le moment où l'ouverture est démasquée, puisqu'il en réduit le diamètre; il y a là encore une cause d'abréviation de la pose. (Cet effet ne se produit pas avec les appareils qui découvrent et recouvrent l'objectif par le centre.)

La question de la mesure du *temps de pose* d'un obturateur apparaît donc comme insoluble.

Il ne faudrait cependant pas en conclure qu'il est sans intérêt de connaître la *vitesse mécanique* de l'instrument dont on a à faire usage.

Cette conclusion serait excessive.

Il faut bien avoir un moyen de comparaison et un point de repère : un moyen de comparaison, car tous les obturateurs n'ont pas une vitesse identique et presque toujours un même obturateur est disposé pour en procurer plusieurs; un point de repère, car il importe d'être fixé sur la pose minima fournie par un instrument; or, quand on connaît la vitesse mécanique de cet instrument, on sait que le temps de pose utile sera, dans tous les cas, inférieur à cette vitesse.

De plus, l'écart entre la vitesse mécanique et le temps de pose utile n'est jamais bien considérable et reste, en pratique, à peu près constant, l'instantanéité exigeant de brillants éclairages dont l'intensité ne varie que dans d'étroites limites.

Chaque praticien doit donc connaître la durée du fonctionnement de l'appareil dont il dispose (1).

Une méthode très précise, dite *du diapason,* permet de déterminer cette durée pour tous les systèmes d'obturateurs.

Nous croyons devoir nous abstenir de la décrire, parce qu'elle

(1) On ne peut en rien se fier aux chiffres indiqués par les constructeurs; ils sont généralement inexacts.

est trop délicate pour être utilisée par les amateurs et exige une installation spéciale.

Nos lecteurs ont d'ailleurs à leur disposition un procédé beaucoup plus simple et qui a le grand avantage de faire connaître, non la vitesse mécanique, mais le temps de pose utile par une lumière équivalente à celle qu'ils emploieront habituellement.

Il consiste à photographier instantanément, avec l'obturateur à graduer, un corps lourd tombant librement dans l'espace. La vitesse de ce corps étant donnée par une loi physique élémentaire, il suffit de connaître : 1° la hauteur de chute et 2° l'espace parcouru par le corps pendant la pose instantanée, pour en déduire facilement la durée de cette dernière.

Voici comment les choses doivent être disposées dans ce but.

A une exposition située en plein soleil, on dresse une planche d'environ 3^m de hauteur. Cette planche doit être peinte en noir ou recouverte d'une étoffe de cette couleur. Sur ce fond sombre, on applique le ruban d'un décamètre, de telle sorte que le zéro des divisions se trouve à l'extrémité supérieure de la planche. On s'est muni, au préalable, d'une petite sphère brillante, aussi lourde que possible. A la rigueur, une bille de billard est suffisante, mais il est préférable d'utiliser une de ces boules nickelées et polies que l'on voit aujourd'hui suspendues dans tous les bazars; on la lestera fortement en la remplissant de plomb de chasse.

L'appareil photographique sera placé à la distance voulue pour que l'image de la planche se peigne en son entier sur le verre dépoli.

Tout étant prêt, un aide tient la sphère brillante à côté du zéro du décamètre.

Au commandement, il la laisse choir librement devant le fond noir et à côté des divisions métriques. Le photographe déclenche alors son obturateur.

Il va de soi que la chute doit être commencée au moment où l'obturateur s'ouvre et durer encore au moment où il se referme.

Pendant cette pose instantanée, et quelque rapide qu'elle ait été, la sphère est tombée d'une certaine quantité.

On constate, en effet, au développement, que son image se traduit sur la plaque, non par un cercle, mais par une traînée plus

ou moins longue. Le cliché reproduit en même temps le ruban du décamètre. On voit donc immédiatement à quelles distances du zéro de l'échelle métrique se trouvent le commencement et la fin de la traînée. On connaît ainsi l'étendue des espaces parcourus par la sphère avant et pendant l'exposition.

Ces données servent à calculer la durée de la pose.

Elle est évidemment égale à la différence entre le temps employé par la sphère à parcourir l'espace qui sépare le point de départ de sa chute de la fin de la traînée et le temps employé à parcourir l'espace qui sépare le même point de départ du commencement de la traînée (1).

Or, la Table ci-après, dressée pour la latitude de Paris, fait connaître, en regard des espaces parcourus par un corps tombant en chute libre d'une hauteur déterminée, les temps employés à les parcourir.

Il suffit donc de s'y reporter pour trouver immédiatement, au moyen d'une simple soustraction, la durée de l'exposition.

---

(1) Soient : P la durée de la pose; e l'espace parcouru par la sphère depuis le point de départ de sa chute jusqu'au commencement de la traînée; e' l'espace parcouru depuis le point de départ de sa chute jusqu'à la fin de la traînée; t le temps employé à parcourir l'espace e; t' le temps employé à parcourir l'espace e'; g l'intensité de la pesanteur au lieu de l'expérience; la formule est

$$P = t' - t = \sqrt{\frac{2}{g}(e' - e)}.$$

Table XIII.

Table pour la détermination des temps de pose fournis par les obturateurs instantanés.

D'après les espaces parcourus par un corps photographié pendant sa chute.

ESPACES parcourus.	TEMPS employés à les parcourir.	CORRECTION pour 0m,01.	ESPACES parcourus.	TEMPS employés à les parcourir.	CORRECTION pour 0m,01.
m	s	s	m	s	s
0,05	0,10097	0,00836	1,00	0,45155	0,00220
0,10	0,14279	0,00622	1,10	0,47359	0,00211
0,15	0,17389	0,00561	1,20	0,49465	0,00202
0,20	0,20194	0,00477	1,30	0,51484	0,00194
0,25	0,22577	0,00431	1,40	0,53428	0,00188
0,30	0,24732	0,00396	1,50	0,55304	0,00181
0,35	0,26714	0,00369	1,60	0,57117	0,00176
0,40	0,28558	0,00347	1,70	0,58875	0,00170
0,45	0,30291	0,00328	1,80	0,60582	0,00166
0,50	0,31930	0,00312	1,90	0,62242	0,00162
0,55	0,33488	0,00298	2,00	0,63859	0,00158
0,60	0,34977	0,00286	2,10	0,65436	0,00154
0,65	0,36405	0,00275	2,20	0,66976	0,00150
0,70	0,37779	0,00265	2,30	0,68481	0,00147
0,75	0,39105	0,00257	2,40	0,69954	0,00144
0,80	0,40388	0,00249	2,50	0,71395	0,00141
0,85	0,41631	0,00241	2,60	0,72810	0,00139
0,90	0,42838	0,00235	2,70	0,74197	0,00136
0,95	0,44012	0,00229	2,80	0,75559	0,00134
1,00	0,45155		2,90	0,76896	

Un exemple précisera l'emploi de cette Table.

Soit, comme nous l'avons dit, le point de départ de la chute placé au 0 de l'échelle métrique; la fin de la traînée se trouve vis-à-vis de la division $2^m,50$ et le commencement vis-à-vis de $2^m,40$.

D'après la Table, le temps employé à parcourir $2^m,50$ a été $0^s,71395$; celui employé à parcourir $2^m,40$ a été $0^s,69954$. Nous retranchons le second chiffre du premier; le résultat nous donne $0^s,01441$. C'est là la durée de la pose; elle est donc d'environ $\frac{1}{70}$ de seconde.

Les durées de chute ne sont indiquées sur la Table que de $0^m,05$ en $0^m,05$, entre 0^m et 1^m, et de $0^m,10$ en $0^m,10$, entre 1^m et 3^m. Si l'on a affaire à des hauteurs intermédiaires, on ajoute, au nombre inscrit sur la Table pour la distance inférieure la plus rapprochée, la correction indiquée pour chaque centimètre en plus.

Le résultat est d'autant plus précis que la sphère se trouve plus éloignée du point de départ de sa chute au moment où commence le fonctionnement de l'obturateur.

Si l'on a fait usage, comme nous l'avons recommandé, d'une boule argentée ou nickelée, le soleil, en se réfléchissant à sa surface, y pique un point brillant qui laisse une trace très nette sur le cliché. Avec une bille de billard, ou tout autre corps à surface terne, l'impression est plus confuse, et l'on peut avoir quelque peine à relever exactement le commencement et la fin de la traînée.

A ce point de vue, on obtient une netteté encore supérieure à celle donnée par la boule argentée en lui substituant un bloc de plomb, sur lequel on fixe un fil de magnésium long de cinq à six centimètres. Le bloc est suspendu par le double intermédiaire du fil de magnésium et d'un fil de fulmi-coton; en mettant le feu à ce dernier, on provoque à la fois la chute du système et l'inflammation instantanée du magnésium. La traînée est alors fournie par l'image d'un point incandescent.

Cette variante offre l'avantage de pouvoir être réalisée sans le secours du soleil et à l'intérieur; il faut seulement, dans ce cas, pour avoir la reproduction du décamètre sur le cliché, en prendre préalablement la photographie posée, avec la plaque qui doit être utilisée, et en ayant soin de ne pas déplacer la chambre noire.

Comme on le voit, le procédé que nous venons de décrire permet de déterminer la durée de la pose, ou des poses, susceptible d'être réalisée avec un obturateur, par une lumière déterminée, et l'éclairage employé pour cette expérience est équivalent à l'éclairage habituellement utilisé en Photographie instantanée.

Si donc on ne saurait prétendre en cette matière à une précision rigoureuse, il n'est cependant pas impossible d'arriver à une approximation très suffisante pour la pratique.

Il en est de même, nous allons le constater, pour les autres éléments du problème.

Car le problème n'est pas résolu par cela seul qu'on a gradué l'obturateur.

On se heurte à d'autres difficultés.

D'abord, le nombre des vitesses fournies par un même instrument est forcément limité; le photographe ne dispose donc que d'un très petit nombre de poses différentes.

Puis, comment appréciera-t-il avec exactitude, au moment opportun, et au milieu de la hâte inséparable de toute opération instantanée, la distance qui sépare de l'appareil le sujet à reproduire?

Comment surtout en évaluera-t-il la vitesse?

Notez que cette vitesse n'est pas toujours uniforme; que souvent des accélérations de mouvement alternent avec des ralentissements ou des *points morts;* que d'ailleurs il faut distinguer la vitesse réelle de la vitesse apparente, car cette dernière se ralentit si le sujet cesse de se mouvoir perpendiculairement à l'axe de l'objectif : en moyenne, la pose peut être doublée si le déplacement devient oblique, et triplée s'il devient parallèle.

Enfin, un même sujet présente parfois plusieurs vitesses différentes. Les pieds d'un homme en marche se meuvent avec une vitesse supérieure à celle du buste. Les sabots d'un cheval au trot ou au galop sont animés de mouvements bien plus rapides que celui du corps. Les rayons des roues d'une voiture se déplacent tantôt plus vite, tantôt moins vite que cette voiture; plus vite dans les parties supérieures des roues, la vitesse de rotation s'additionnant dans ce cas à la vitesse de translation du véhicule; moins vite dans les parties inférieures, les deux vitesses étant alors dirigées en sens inverse.

A supposer ces obstacles franchis, il faudrait passer à un second point de vue, non moins vaste, et il resterait encore à déterminer les conditions dans lesquelles la rapidité de pose nécessaire permet d'obtenir une impression suffisante.

Car la netteté n'est pas tout. Il faut une image et une image où les demi-teintes soient rendues.

Or, il ne peut être question de procéder ici, comme en matière de photographie ordinaire, au calcul du temps de pose par la combinaison des divers coefficients. Eût-on, par extraordinaire, le loisir de se livrer à cette opération sur le terrain, le mouvement du sujet contraindrait presque toujours à réduire la durée d'exposition normale.

Ces difficultés accumulées paraissent donc insurmontables.

Elles sont bien réelles.

Fort heureusement, la plupart d'entre elles ont surtout un caractère théorique, et la pratique a démontré qu'il était possible d'en triompher et d'arriver à des résultats sinon parfaits, du moins satisfaisants.

Ces enseignements de la pratique, nous avons maintenant à les résumer.

Ils se réduisent à quelques principes très simples.

Premièrement, en matière d'instantanéité, il faut renoncer à déterminer les durées d'exposition avec une précision rigoureuse; ce qui doit être la loi de la photographie ordinaire serait ici une chimère.

L'on doit se souvenir que, si une image n'admet pas des lignes confuses, elle tolère des demi-teintes insuffisamment rendues; qu'il faut, par conséquent, poursuivre avant tout la netteté des contours, et, s'il est nécessaire, lui sacrifier en partie l'harmonie de l'épreuve.

On opérera donc avec la rapidité imposée par le mouvement du sujet, sans chercher, même à ce point de vue, autre chose qu'une approximation, et l'on ne tiendra compte des autres facteurs du temps de pose qu'en seconde ligne et dans la mesure de ce qui est indispensable à la venue de l'épreuve.

Le photographe a d'ailleurs les moyens de modifier dans un sens favorable certains des coefficients, car ils ne sont pas tous inflexibles; les facteurs optiques, en particulier, sont dans sa main; il dépend de lui de se munir d'un objectif plus ou moins lumineux, d'utiliser un diaphragme plus ou moins grand (et le diamètre du diaphragme a sur la durée de la pose, nous le savons,

une influence capitale); de plus, le praticien dispose de plaques de sensibilités différentes; enfin il a souvent le choix de l'éclairage.

Tout cela lui permettra quelquefois d'appliquer la durée d'exposition normale ou de s'en rapprocher d'assez près, mais le plus souvent il sera contraint de sous-exposer ses clichés. Et alors, pour les mener à bien, il devra faire appel à toutes les ressources du développement. Elles sont grandes aujourd'hui, et l'opérateur en tirera bon parti si, comme nous le lui avons conseillé, il a pris l'habitude de tenir en réserve, pour le cas qui nous occupe, la marge considérable que donnent les meilleurs révélateurs.

Ces principes posés, passons à l'application.

I. Les *sujets instantanés* se classent, d'après leur *vitesse apparente* et leur *distance relative,* en trois catégories.

Ces catégories correspondent à ce que l'on a appelé les *trois degrés d'instantanéité.*

Le premier degré embrasse les sujets qui admettent une pose comprise entre $\frac{1}{5}$ et $\frac{1}{20}$ de seconde, soit en moyenne $\frac{1}{15}$ de seconde; ce sont tous les sujets non immobiles, mais à peu près au repos.

Le deuxième degré comprend ceux qui exigent une pose pouvant varier de $\frac{1}{20}$ à $\frac{1}{60}$ de seconde, soit en moyenne $\frac{1}{40}$ de seconde; ce sont les sujets dont la vitesse apparente n'est pas supérieure à celle d'un homme, au pas de promenade, se déplaçant perpendiculairement à l'axe de l'objectif, à une distance égale à 150 fois au moins la longueur focale, c'est-à-dire dans des conditions telles que son image sur le verre dépoli ne dépasse pas un centimètre de hauteur.

Dans le troisième degré viennent se ranger tous les sujets dont la vitesse est plus considérable et pour lesquels il est indispensable de recourir à une pose inférieure à $\frac{1}{60}$ de seconde.

La base de cette classification étant fort simple, il est aisé de déterminer quel est le degré applicable à telle ou telle vue instantanée. On trouvera du reste, ci-après, un Tableau donnant la répartition de la plupart des sujets; il sera facile d'y faire rentrer, par analogie, ceux qui n'y sont pas prévus.

Il suffit donc de disposer d'un obturateur donnant trois vitesses correspondant aux trois degrés d'instantanéité, pour être à même

de faire face à toutes les éventualités. Un plus grand nombre de vitesses constitue un raffinement dont l'opérateur exercé tirera certainement avantage, mais dont le débutant ne peut qu'être embarrassé.

Si l'on a eu soin de déterminer, par la méthode de la boule, les diverses vitesses de l'obturateur que l'on possède, on sait à l'avance si l'on est en mesure d'aborder tous les sujets ou si l'on doit se restreindre, soit aux deux premiers degrés d'instantanéité, soit au premier seulement.

Il est d'autant plus aisé d'être fixé à cet égard que notre classification cadre, à peu près, avec les distinctions à établir, d'après la rapidité de pose, entre les obturateurs les plus habituellement employés :

Le premier degré correspond aux guillotines sans élastique, aux obturateurs à volet et aux autres obturateurs très ralentis ;

Le deuxième degré, aux guillotines avec élastique ou ressort, aux obturateurs-diaphragmes, à la plupart des obturateurs circulaires et aux obturateurs plus rapides fonctionnant à demi-vitesse ;

Le troisième degré, aux obturateurs circulaires les mieux construits et surtout aux obturateurs à lames croisées.

Mais rien ne vaut l'expérience pour faire connaître la vitesse d'un appareil et préciser les sujets qu'il permet de réussir.

Actuellement, les meilleurs instruments atteignent, au maximum, et encore à la condition d'être montés sur de petits objectifs, la vitesse de $\frac{1}{300}$ de seconde. Un frein permet toujours leur ralentissement.

A notre avis, l'obturateur idéal serait celui qui donnerait quatre vitesses *constantes :* $\frac{1}{15}$, $\frac{1}{40}$, $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{250}$ de seconde.

II. En ce qui concerne l'*éclairage,* le plein soleil est toujours préférable ; il est indispensable pour les instantanées du troisième degré.

A la lumière diffuse d'un ciel bleu ou parsemé de nuages blancs, on réussit les instantanées du premier degré et celles du deuxième degré dont la distance à l'objectif est de plus de 150 longueurs focales.

On peut opérer en été de 9^h du matin à 5^h du soir ; au printemps de 10^h à 4^h ; en hiver de 11^h à 3^h.

Plus le soleil frappe normalement sur la principale surface visible du sujet, plus l'éclairage est favorable; il ne doit jamais dépasser, à droite ou à gauche de l'opérateur, la perpendiculaire à l'axe de l'objectif.

III. La *clarté de l'objectif* a une importance capitale.

Le premier degré exige un pouvoir lumineux égal à F/35 environ, le deuxième à F/27, et le troisième à F/14. Ce sont là les ouvertures minima, utilisables seulement par les très belles lumières.

L'objectif simple donne d'excellents résultats pour les instantanées du premier degré et même pour celles du deuxième; mais pour le troisième degré, il est nécessaire de recourir aux rapides rectilinéaires ou aux antiplanats.

IV. Quant à la *sensibilité des plaques,* il y a toujours intérêt à ce qu'elle soit la plus grande possible. Les instantanées du troisième degré et en général toutes les instantanées prises à la lumière diffuse exigent absolument les marques les plus rapides.

V. Enfin, au sujet du *développement,* nous conseillons d'utiliser soit l'acide pyrogallique, soit l'iconogène.

Avec l'acide pyrogallique, l'emploi de solutions saturées est fort commode, car il dispense des pesées.

On a simplement :

1° Une solution saturée de sulfite de soude;

2° Une solution saturée de carbonate de potasse;

3° De l'acide pyrogallique en poudre.

Pour une plaque 13 × 18, nous prenons :

Eau	90cc
Solution de sulfite	10cc
Solution de carbonate	1 à 15cc
Acide pyrogallique	1 à 4 cuillerées à moutarde.

L'iconogène est aussi un excellent révélateur.

Préparer deux solutions :

Sol. A. — Carbonate de potasse à saturation.

Sol. B. —	Eau bouillante	100
	Sulfite de soude	8
	Iconogène	4

N'ajouter l'iconogène qu'après dissolution complète du sulfite; laisser refroidir, filtrer ou décanter.

Pour développer :

Eau	80cc
Sol. A	1 à 15cc
Sol. B	10 à 100cc

S'il s'agit d'instantanées très rapides, immerger la plaque, pendant cinq minutes, dans le bain préliminaire suivant :

Eau	150
Hyposulfite de soude	0,6
Solution aqueuse de bichlorure de mercure à 1 pour 100	1 goutte.

Quel que soit le révélateur adopté, la conduite du développement doit être la même : il faut commencer avec les doses minima, chercher les détails par des additions successives de carbonate, et, une fois ceux-ci obtenus, pousser au noir en ajoutant de l'acide pyrogallique ou de l'iconogène, afin de donner au cliché l'intensité nécessaire.

Tel est l'ensemble des prescriptions pratiques auxquelles le photographe devra se conformer.

Nous les avons groupées dans le Tableau ci-après.

Les chiffres qui y figurent ne sont que des moyennes; l'opérateur exercé, s'il est armé d'un objectif lumineux et d'un obturateur très rapide, obtiendra de bons résultats dans des dimensions supérieures à celles indiquées.

Classification des sujets instantané

TEMPS de pose.	SUJETS.
1er Degré. Moyenne : $\frac{1}{15}$ de seconde. Extrêmes : de $\frac{1}{8}$ à $\frac{1}{20}$ de seconde.	*Paysages* animés..... Couchers de soleil..... Effets de neige..... Feuillages peu agités..... *Marines* au repos. Bâtiments stoppés..... Flots calmes..... *Ballons* attachés..... *Vues d'ensemble :* Foule, individus, baigneurs, troupeaux, animaux ne se déplaçant pas ou se déplaçant très lentement peu obliquement à l'axe de l'objectif. *Hommes et animaux :* Repos, non-immobilité..... Portraits d'enfants et d'animaux.....
2e Degré. Moyenne : $\frac{1}{40}$ de seconde. Extrêmes : de $\frac{1}{20}$ à $\frac{1}{60}$ de seconde.	*Feuillages* en mouvement..... Drapeaux..... *Marines :* Flots agités..... Barques et voiliers, à vitesse modérée et à direction oblique à l'axe de l'objectif..... » » » » perpendiculaire... » » à marche rapide » » Bateaux à vapeur, rapidité ordinaire, direction oblique..... » grande vitesse, » ..... Ensemble de bateaux, demi-rapides, dans tous les sens..... *Trains* à vitesse ralentie, direction oblique..... *Vues d'ensemble :* Foule, individus, baigneurs, troupeaux, animaux, en marche ou à la nage, direction parallèle à l'axe de l'objectif.. » » direction oblique..... » » direction perpendiculaire..... » en course, direction presque parallèle..... » » direction oblique..... » » direction perpendiculaire..... *Hommes et animaux* au repos, non immobiles.....
3e Degré. Moyenne : $\frac{1}{100}$ de seconde. Extrêmes: moins de $\frac{1}{60}$ de seconde.	*Rivières* à cours rapide..... *Marines :* Vagues écumantes, vagues de tempête..... Navires, à vitesse modérée, direction oblique..... » » » perpendiculaire..... » à grande vitesse, direction oblique..... » » » perpendiculaire..... *Trains* en pleine marche, direction oblique..... *Vues prises d'un train ou d'un bateau* en marche..... *Tramways,* à direction oblique..... » » perpendiculaire..... *Vélocipèdes*..... *Traîneaux*..... *Ballons* lâchés..... *Vues d'ensemble :* Foule, troupeaux, individus, animaux, cavaliers, au pas, direction oblique..... » direction perpendiculaire..... » au petit trot ou au pas de charge, direction peu oblique.. » » direction perpendiculaire. » au galop, direction oblique, au moment du point mort. *Gymnastes*, danseurs, sauteurs, clowns, au moment du point mort..... *Patineurs*..... *Balançoires,* saut à la corde sur place, etc., au moment du point mort..... *Explosions de mines*..... *Gerbes d'eau*.....

lon leur temps de pose.

GRANDEUR de l'image comparativement au sujet.	HAUTEUR d'homme sur l'image.	RECUL en longueurs focales principales F.	LUMIÈRE.	OUVERTURE minima de l'objectif.	OBTURATEURS.
$\frac{1}{150}$	$0^m,01$	150 F	Plein soleil ou lumière diffuse du ciel bleu.	F/30	Guillotine en chute libre;
$\frac{1}{100}$	$0^m,02$	100 F			Obturateur Guerry, double, de moyenne grandeur, en petite et en grande marche;
$\frac{1}{150}$	$0^m,01$	150 F			Tous autres obturateurs très ralentis.
$\frac{1}{50}$	$0^m,03$	50 F		F/14	
$\frac{1}{20}$	$0^m,06$	20 F		F/10	
$\frac{1}{100}$	$0^m,015$ à $0^m,02$	100 F	Plein soleil ou lumière diffuse du ciel bleu pour les vues réduites à plus de $\frac{1}{150}$.	F/25	Guillotine, avec élastique ou ressort;
$\frac{1}{150}$	$0^m,01$	150 F			Obturateur Guerry pour petits objectifs;
$\frac{1}{250}$	$0^m,005$ à $0^m,01$	250 F			
$\frac{1}{150}$	$0^m,01$	150 F			Obturateurs Boca, Faller, Gilon, Guilbert, Laverne, Martinet, Zschokke, etc.
$\frac{1}{200}$	$0^m,005$ à $0^m,01$	200 F			
$\frac{1}{150}$	$0^m,01$	150 F			
$\frac{1}{200}$	$0^m,005$ à $0^m,01$	200 F			
$\frac{1}{50}$	$0^m,035$	50 F			Obturateurs Baluze, Beauchamp et Dallmeyer, Devauchel-Thuriault, Français, Londe, Steinheil, Thury et Amey, etc., à demi ralentis.
$\frac{1}{70}$	$0^m,025$	70 F			
$\frac{1}{150}$	$0^m,01$	150 F			
$\frac{1}{110}$	$0^m,015$	110 F			
$\frac{1}{170}$	$0^m,01$	170 F			
$\frac{1}{300}$	$0^m,005$	300 F			
$\frac{1}{25}$	$0^m,065$	26 F		F/10	
$\frac{1}{250}$	$0^m,007$	250 F	Plein soleil.	F/10	Obturateurs Baluze, Beauchamp et Dallmeyer, Devauchel-Thuriault, Français, Londe, Steinheil, Thury et Amey, et tous les plus rapides.
$\frac{1}{70}$	$0^m,02$ à $0^m,025$	70 F			
$\frac{1}{150}$	$0^m,01$ à $0^m,015$	150 F			
$\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{110}$	$0^m,015$ à $0^m,02$	80 à 110 F			
$\frac{1}{250}$	$0^m,007$	250 F			
$\frac{1}{250}$	$0^m,007$	250 F			
$\frac{1}{250}$	$0^m,007$	250 F			
$\frac{1}{70}$	$0^m,02$ à $0^m,025$	70 F			
$\frac{1}{150}$	$0^m,01$	150 F			
$\frac{1}{100}$	$0^m,015$ à $0^m,02$	100 F			
$\frac{1}{250}$	$0^m,007$	250 F			
$\frac{1}{50}$	$0^m,03$ à $0^m,04$	50 F			
$\frac{1}{80}$	$0^m,015$ à $0^m,03$	80 F			
$\frac{1}{70}$ à $\frac{1}{110}$	$0^m,015$ à $0^m,025$	70 à 110 F			
$\frac{1}{170}$	$0^m,01$	170 F			
$\frac{1}{200}$	$0^m,005$ à $0^m,01$	200 F			
$\frac{1}{40}$ à $\frac{1}{80}$	$0^m,02$ à $0^m,04$	40 à 80 F			
$\frac{1}{250}$	$0^m,007$	250 F			
$\frac{1}{25}$	$0^m,06$ à $0^m,07$	26 F			
$\frac{1}{100}$	$0^m,015$ à $0^m,02$	100 F			
$\frac{1}{100}$	$0^m,015$ à $0^m,02$	100 F			

Le Tableau qui précède ne nous paraît demander aucune explication spéciale.

Nous nous arrêterons donc ici, car nous n'avons pas l'intention de faire une étude complète de l'instantanéité; nous avons voulu seulement l'envisager dans ses rapports avec la question du Temps de pose.

FIN.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES.

A

Actiniques (lumières, rayons, couleurs). *Voir* Actinisme.
Actinisme, p. 2, 4, 9, 11, 13, 15, 22, 26, 30, 38.
Actinomètre, p. 8, 29, 30.
Action chimique de la lumière, p. 6. *Voir aussi* Actinisme.
Agrandissements, p. 51, 55, 56.
Air atmosphérique, p. 15.
Albumine (plaques à l'), p. 66.
Altitude, p. 17, 23, 85.
Animaux, p. 110.
Appartements, p. 27, 29, 31, 43.
Aquarelles, p. 46.
Architecture (détails d'), p. 43.
Atelier, p. IX, 23, 27, 43.
Atmosphère, p. 15, 23, 26.
Attout-Tailfer (plaques), p. 73.
Automne, p. 18.
Azotate de soude (lumière éclair à l'), p. 34.

B

Baigneurs, p. 110.
Balançoires, p. 110.
Ballons, p. 110.
Barques, p. 110.
Bateaux, p. 43, 110.
Bec de gaz, p. 33.
Blanc, p. 38.
Bleu, p. 38, 39, 72.
Bords de rivières, p. 43.
Bougie, p. 33, 70.
Brouillard, p. 23, 45.
Brume, p. 21, 45.
Brun, p. 38.

C

Carnet de pose, p. 90.
Cartes, p. 43.
Cascades, p. 45.
Cavaliers, p. 110.
Chambre noire, p. 5, 10.
Chambres, p. 28.
Champ d'un objectif, p. 59.
Cheval, p. 110.
Ciel (état du), p. 15, 18, 20, 21, 22, 25, 44, 107, 110.
Clair de lune, p. 33.
Clarté d'un objectif, p. 47, 52, 62, 108.
Clowns, p. 110.
Coefficients d'éclairage sous la latitude de Paris, p. 20.
— d'éclairage sous toutes les latitudes, p. 25.
— d'éclat intrinsèque pour sujets monochromes, p. 38.
— d'éclat intrinsèque pour sujets polychromes, p. 43.
— de clarté, p. 54.
— de clarté pour appareil sans objectif, p. 62, 65.
— de rapprochement, p. 57.
— de réduction et d'agrandissement, p. 55.
— de pose à l'extérieur selon le jour de l'année, l'heure du jour et l'état du ciel, p. 20.
— de pose à l'extérieur selon la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon et selon l'état du ciel, p. 25.

Coefficients de pose selon la couleur du sujet à reproduire, p. 38.
— de pose selon la coloration et la distance du sujet à reproduire, p. 43.
— de pose selon l'ouverture du diaphragme, p. 48.
— de pose selon les variations du pouvoir lumineux de l'objectif, p. 54.
— de pose selon les variations du pouvoir lumineux de l'appareil (sans objectif), p. 65.
— de pose selon les variations de la longueur focale résultant de la réduction ou de l'amplification du sujet, p. 55.
— de pose selon les variations de la longueur focale résultant du rapprochement du sujet, 57.
— de pose selon la rapidité de la surface sensible, p. 69.
— de pose avec verres colorés, p. 46, 75.
— de sensibilité, p. 69.
Collodio-bromure (plaques au), p. 66.
Collodion humide (plaques au), p. 66.
Collodion sec (plaques au), p. 66.
Coloration, p. 37, 43.
Couchers de soleil, p. 110. *Voir aussi* Soleil.
Couleur du sujet, p. 15, 36.
Cours intérieures, p. 43.

D

Danseurs, p. 110.
Déclinaison, p. 26.
Dessous de bois, p. 43.
Détails d'architecture, p. 43.
Développement, p. VIII, 45, 75, 94, 108.
Diaphragme, p. 48, 58, 94, 98, 105.
— étoile, p. 59.
Distance focale. *Voir* Longueur focale.
— de l'objectif à la plaque sensible. *Voir* Longueur focale.
— de l'ouverture éclairante au sujet (intérieurs), p. 27, 28, 29.
— du sujet à l'appareil, p. 40, 43, 50, 56, 94, 104, 111.
Drapeaux, p. 110.

E

Eau, p. 26, 43, 45.
Éclairage, p. 20, 27, 42, 44, 107. *Voir aussi* Lumière.
Éclat actinique, p. 36.
Éclat intrinsèque, p. 37. *Voir aussi* Coefficient.
Écrans colorés (radiomètre), p. 13, 30.
— jaunes (plaques isochromatiques), p. 46, 74.
— système Lippmann, p. 75.
— verts, p. 46.
Effet artistique, p. IX, 22, 80.
— de l'ombre et du temps gris, p. 22.
Églises, p. 27, 30, 43.
Enduit contre le halo, p. 32.
Été, p. 18, 20, 23, 107.
Excavations de rochers, p. 43.
Explosions de mines, p. 110.
Exposition. *Voir* Temps de pose.
Extérieur, p. 14, 20.

F

Facteur anormal, p. 3, 4.
Facteurs du temps de pose, p. X, 1, 4, 81, 84.
— chimiques, p. 2, 4, 66.
— naturels, p. 1, 4.
— optiques, p. 2, 4.
Fenêtres, p. 27, 31.
Fer (révélateur au), p. 77.
Feuillages, p. 45, 110. *Voir aussi* Verdure.
Flots, p. 110.
Formule générale du temps de pose, p. 91.
Formules pour déterminer :
— les coefficients de réduction, d'agrandissement et de rapprochement, p. 56.
— les durées maxima des poses instantanées, selon la vitesse et la distance du sujet en mouvement, p. 95.
— la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon, p. 26.
— le pouvoir lumineux d'un objectif, p. 53.

Formule pour déterminer le temps de pose à l'intérieur, p. 28, 44.
— l'unité des temps de pose, p. 82.
Foule, p. 110.
Foyer, p. 49, 61.
— absolu, p. 50.

G

Gélatinobromure, p. 7, 9, 62, 66, 72. *Voir aussi* Plaques.
Gélatinochlorure (plaques au), p. 66.
Gerbes d'eau, p. 110.
Glaciers, p. 26, 43.
Gravures, p. 43.
Gris, p. 38.
Grottes, p. 33.
Groupes, p. 43, 44.
Gymnastes, p. 110.

H

Halo, p. 32.
Heure du jour, p. 17, 18, 20, 23, 107.
Hiver, p. 18, 20, 23, 107.
Horizon, p. 15. *Voir aussi* Panoramas.
Hydroquinone (révélateur à l'), p. 78.

I

Iconogène (révélateur à l'), p. 78, 108.
Illumination, p. 59.
Image latente, p, 5, 76.
Impression lumineuse, p. 5, 66, 75, 85.
Instantanées (vues). *Voir* Instantanéité.
Instantanéité, p. 77, 80. 93, 106.
Intensité lumineuse, p. 6, 10, 27, 31, 62, 74, 98.
Intérieurs, p. 10, 11, 27, 33, 43, 44.
Intervalle entre l'exposition et le développement, p. 75.
Isochromatiques (plaques). *Voir* Plaques.

J

Jaune, p, 7, 38, 39, 72.
Jour de l'année, p. 17, 20.

L

Lampe électrique à arc, p. 34.
— électrique à incandescence, p. 34.
— à huile, p. 33.
— à pétrole, p. 33.
Latitude, p. 17, 24, 85.
— de Paris, p. 20.
Lentilles, p. 58, 62, 85.
Lippmann (procédé), p. 74.
Lointains, p. 43, 45.
Longueur focale, p. 45, 49, 61, 65, 94.
— focale principale, p. 50, 56.
Lumière, p. 5, 36.
— artificielle, p. 29, 33.
— diffuse, p. 15, 19, 22, 23, 107, 111.
— du jour, p. 14, 27.
— éclair jaune, p. 34.
— oxyhydrique, p. 34.
Lune (clair de), p. 33.

M

Magnésium, p. 29, 34, 68, 103.
Marines, p. 110.
Matin, p. 18, 22.
Mer, p. 23, 26, 43.
Mois de l'année, p. 20.
Monochromes (sujets), p. 38.
Monuments, p. 43, 45, 61.
Mouvement du sujet, p. 93.

N

Nageurs, p. 110.
Nature morte, p. 43.
Navires, p. 110.
Neige, p. 26, 43, 110.
Noir, p. 38.
Nuages, p. 16, 18, 21, 43.

O

Objectif, p. 47, 108.
— combiné, p. 58.
— grand angulaire, p. 59

Objectif simple, p. 58, 60, 108.
Objets à reproduire. *Voir* Sujets.
Observations sur la Table des coefficients d'éclairage, p. 21.
— sur la Table des coefficients d'éclat intrinsèque, p. 44.
Obturateurs, p. 93, 98, 106, 111.
Ombre, p. 18, 20, 22, 45.
Oppositions (sujets à ou sans), p. 39, 45.
Orthochromatiques (plaques). *Voir* Plaques.
Ouverture éclairante (intérieurs), p. 27, 31.
— de l'appareil (photographie sans objectif), p. 61, 65.
— de l'objectif, p. 47, 52. 54, 111. *Voir aussi* Diaphragme.
Oxalate ferreux (révélateur à l'), p. 77.

P

Panoramas, p. 43.
Papiers au gélatinobromure, p. 67.
— pelliculaires, p. 32, 67.
Patineurs, p. 110.
Paysages, p. 40, 43.
— animés, p. 110.
Pellicules au gélatinobromure, p. 32, 67.
Perspective aérienne, p. 41.
Photogénique. *Voir* Pouvoir photogénique *et* Éclat intrinsèque.
Photographie instantanée. *Voir* Instantanéité.
— sans objectif, p. 60.
Photomètres, p. 8, 10, 14, 29, 31.
Plaques, p. 67.
— extra-rapides ou instantanées, p. 45, 67, 72, 108.
— isochromatiques ou orthochromatiques, p. 7, 11, 31, 32, 34, 39, 46, 66, 72.
— lentes, p. 45, 67.
— ordinaires, p. 7, 67, 72.
— souples, p. 32, 67.
Polychromes (sujets), p. 43.
Portraits, p. 23, 33, 34, 43, 44, 110.
Pose. *Voir* Coefficients, Facteurs, Tables *et* Temps de pose.
Poussières atmosphériques, p. 16, 41.
Pouvoir lumineux d'un objectif, p. 52, 54, 58, 62. *Voir aussi* Clarté.
— photogénique des divers sujets, p. 38. *Voir aussi* Éclat intrinsèque.
Printemps, p. 18, 107.
Pyrogallique (révélateur), p. 77, 108.

R

Radiomètre, p. 12, 30.
Rapidité des surfaces sensibles, p. 66.
Rapprochement (coefficients de), p. 57.
Ravins ombragés, p. 43.
Rayons, p. 6, 36.
— chimiques, p. 6, 13.
— directs, p. 14, 16, 17.
— lumineux, p. 6.
— obliques, p. 14, 17, 24.
— réfléchis, p. 15, 17.
Recul, p. 110.
Réducteurs, p. VIII.
Réductions, p. 51, 55.
Réflexion. *Voir* Lumière.
Renforçateurs, p. VIII.
Reproductions, p. 43.
Retouches, p. VIII, 33.
Révélateurs, p. 77, 85, 108.
Rivières, p. 43, 110.
Rouge, p. 7, 30, 38, 39, 72.

S

Saisons, p. 18.
Salon, p. 43.
Sauteurs, p. 110.
Sauts, p. 110.
Sensibilité des plaques, p. 66, 110.
Sensitomètre Warnerke, p. 68.
Soir, p. 18, 20, 22.
Solarisation, p. VIII.
Soleil, p. 14, 20.
— couchant, p. 16, 18, 110.
— levant, p. 18.
— plein soleil, p. 14, 17, 20, 25, 45, 107, 110.

Soleil, sa hauteur au-dessus de l'horizon, p. 17, 24.
Sousexposition, p. VIII, 59, 106.
Souterrains, p. 33.
Spectre solaire, p. 6.
Sujets à reproduire, p. 18, 36.
— animés, p. 43.
— instantanés, p. 93, 104, 106. *Voir aussi* Instantanéité.
Surexposition, p. VIII, 29, 59, 76, 80, 90.
Surfaces d'éclairage (intérieurs), p. 27.
— d'éclairage (objectifs), p. 47.
— sensibles, p. 66.

T

Table des facteurs du temps de pose, p. 4.
— des coefficients d'éclairage sous la latitude de Paris, p. 20.
— des coefficients d'éclairage sous toutes les latitudes, p. 25.
— des coefficients d'éclat intrinsèque pour sujets monochromes, p. 38.
— des coefficients d'éclat intrinsèque pour sujets polychromes, p. 43.
— des coefficients de clarté, p. 54.
— des coefficients de réduction et d'agrandissement, p. 55.
— des coefficients de rapprochement, p. 57.
— des temps de pose, p. x, 88.
— des durées maxima des poses instantanées selon la vitesse et la distance du sujet en mouvement, p. 96.
— pour la détermination des temps de pose fournis par les obturateurs instantanés, p. 102.
— des sujets instantanés d'après leur temps de pose, p. 110.
Tableaux, p. 46, 73.
Tables astronomiques, p. 26.
Température, p. 24, 79, 85.
Temps couvert, p. 18, 20, 32, 35. *Voir aussi* Ciel *et* Soleil.
Temps de pose, p. VII, 1, 4, 61, 81, 93. *Voir aussi* Coefficients, Facteurs, Tables.
Théâtre, p. 33.
Tirage, p. VIII.
Traîneaux, p. 110.
Trains, p. 110.
Tramways, p. 110.
Tropiques, p. 26.
Troupeaux, p. 110.
Trousse d'objectifs, p. 86.

U

Uniformes (sujets), p. 45.
Unité de pose, p. 19, 21, 25, 81, 91. *Voir aussi* Tables.

V

Vagues, p. 110.
Valeurs des couleurs ou des tons, p. 37, 39, 72.
Vapeur d'eau, p. 16, 22, 41.
Vélocipèdes, p. 110.
Verdure, p. 43, 45.
Vernis contre le halo, p. 32.
Verre des vitrages, p. 30.
— des lentilles, p. 47, 58, 62.
Verres colorés. *Voir* Écrans.
Vert, p. 38, 39, 73.
Violet, p. 38, 72.
Vitesse du sujet, p. 94, 104, 106. *Voir aussi* Tables.
Vitrage, p. 27, 30.
Vitraux, p. 30.
Voile, p. VIII, 61.
Vues, p. 43.
— avec plans rapprochés, p. 43.
— d'ensemble, p. 110.
— panoramiques, p. 43.
— de verdure, p. 43.

FIN DE LA TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES.

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

AVANT-PROPOS..... V

INTRODUCTION.

Importance et difficultés de la détermination du temps de pose..... VII

CHAPITRE I.

Des facteurs du temps de pose.

Des causes de variations du temps de pose..... 1

CHAPITRE II.

De la lumière.

I. — Généralités..... 5
II. — Des actinomètres et photomètres..... 8
III. — De la lumière du jour..... 14
1° De la lumière du jour à l'extérieur..... 14
1. Généralités..... 14
2. De la saison, de l'heure et de l'état du ciel..... 18
3. De l'altitude..... 23
4. De la température..... 24
5. De la latitude..... 24
2° De la lumière du jour à l'intérieur..... 27
IV. — De la lumière de la lune..... 33
V. Des lumières artificielles..... 33

CHAPITRE III.

Du sujet.

De la couleur et de la distance du sujet..... 36

CHAPITRE IV.

De l'objectif.

Pages.

I. — De l'ouverture de l'objectif..... 47

II. — De la longueur focale..... 49

III. — De la constitution des lentilles..... 58

IV. — De la photographie sans objectif..... 60

CHAPITRE V.

Des facteurs chimiques.

I. — De la surface sensible..... 66

1° De la rapidité de la surface sensible..... 66

2° Des plaques isochromatiques ou orthochromatiques..... 72

3° De l'intervalle qui sépare l'exposition du développement..... 75

II. — Du révélateur..... 77

CHAPITRE VI.

De la détermination du temps de pose par la combinaison des divers facteurs.

De l'unité de pose et des tables des temps de pose..... 81

CHAPITRE VII.

Des sujets instantanés.

Du mouvement du sujet à reproduire et des poses instantanées..... 93

TABLE ALPHABÉTIQUE..... 113

TABLES.

TABLE I. — Facteurs du temps de pose..... 4

TABLE II. — Coefficients d'éclairage sous la latitude de Paris. — *Coefficients de pose, à l'extérieur, selon le jour de l'année, l'heure du jour et l'état du ciel*..... 20

TABLE III. — Coefficients d'éclairage sous toutes les latitudes. — *Coefficients de pose, à l'extérieur, selon la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon et selon l'état du ciel*..... 25

Pages.

TABLE IV. - Coefficients d'éclat intrinsèque pour sujets monochromes. — *Coefficients de pose selon la couleur du sujet à reproduire* 38

TABLE V. — Coefficients d'éclat intrinsèque pour sujets polychromes. — *Coefficients de pose selon la coloration et la distance du sujet à reproduire* 43

TABLE VI. — Coefficients de clarté. — *Coefficients de pose selon les variations du pouvoir lumineux de l'objectif* 54

TABLE VII. — Coefficients de réduction et d'agrandissement. — *Coefficients de pose selon les variations de la longueur focale résultant de la réduction ou de l'amplification du sujet* 55

TABLE VIII. — Coefficients de rapprochement. — *Coefficients de pose selon les variations de la longueur focale résultant du rapprochement du sujet* 57

TABLE IX. — Coefficients de clarté pour photographie sans objectif. — *Coefficients de pose selon les variations du pouvoir lumineux de l'appareil* 65

TABLE X. — Coefficients de sensibilité d'après le sensitomètre Warnerke. — *Coefficients de pose selon le degré de rapidité de la surface sensible* 69

TABLE XI. — Temps de pose pour une trousse aplanétique à trois combinaisons de lentilles 88

TABLE XII. — Durées maxima des poses instantanées selon la vitesse et la distance du sujet en mouvement 96

TABLE XIII. — Table pour la détermination des temps de pose fournis par les obturateurs instantanés 102

TABLE XIV. — Classification des sujets instantanés selon leur temps de pose. 110

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

16049 Paris. — Imprimerie GAUTHIER-VILLARS ET FILS, quai des Grands-Augustins, 55.

LIBRAIRIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,

QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55, A PARIS.

AUDRA. — Le gélatinobromure d'argent. Nouveau tirage. In-18 jésus; 1887 ..... 1 fr. 75 c.

CHABLE (E.), Président du Photo-Club de Neuchâtel. — **Les Travaux de l'amateur photographe en hiver.** 2e édition. In-18 jésus, avec nombreuses figures; 1892 ..... 3 fr.

DAVANNE. — La Photographie. Traité théorique et pratique. 2 beaux volumes grand in-8, avec 234 figures, se vendant séparément :

Ire Partie : *Notions élémentaires. — Historique. — Épreuves négatives. — Principes communs à tous les procédés négatifs. — Épreuves sur albumine, sur collodion, sur gélatinobromure d'argent, sur pellicules, sur papier.* Avec 2 planches spécimens et 120 figures; 1886 ..... 16 fr.

IIe Partie : *Épreuves positives : aux sels d'argent, de platine, de fer, de chrome. — Épreuves par impressions photomécaniques. — Divers : Les couleurs en Photographie. Épreuves stéréoscopiques. Projections, agrandissements, micrographie. Réductions, épreuves microscopiques, notions élémentaires de Chimie, vocabulaire.* Avec 2 planches spécimens et 114 figures; 1888 ..... 16 fr.

FABRE (A.), Docteur ès Sciences. — **Traité encyclopédique de Photographie.** 4 beaux volumes grand in-8, avec plus de 700 figures et 2 planches; 1889-1891 ..... 48 fr.

Chaque volume se vend séparément ..... 14 fr.

Tous les trois ans, un Supplément destiné à exposer les progrès accomplis pendant cette période viendra compléter ce Traité et le maintenir au courant des dernières découvertes.

Premier Supplément triennal (A). Un beau volume grand in-8 de 400 pages, avec 176 figures; 1892 ..... 14 fr.

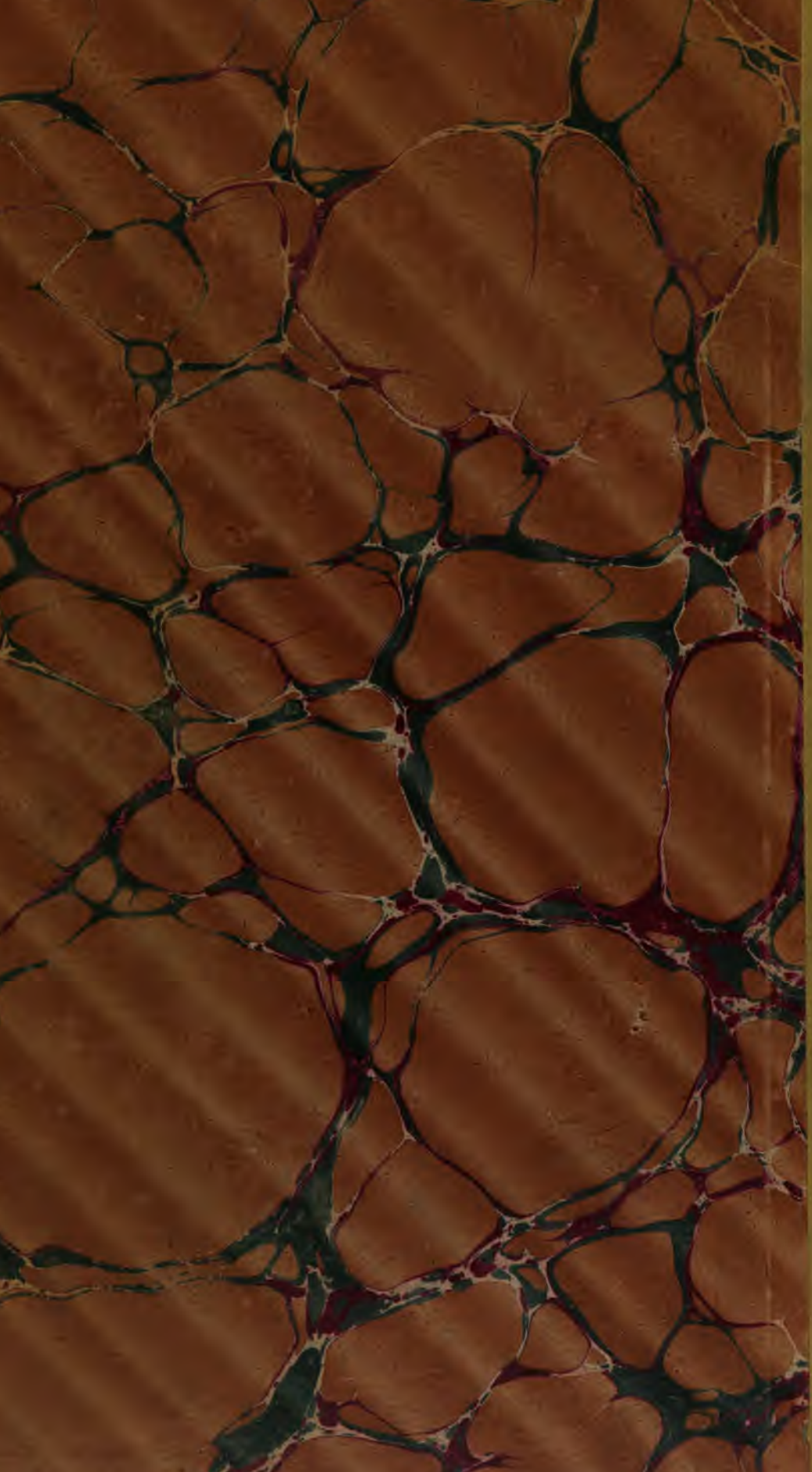
Les 4 volumes et le Supplément, ensemble ..... 60 fr.

LONDE (Albert), Directeur du service photographique à la Salpêtrière. — **La Photographie instantanée théorique et pratique.** 2e édition. In-18 jésus, avec figures; 1890 ..... 2 fr. 75 c.

LONDE. — Traité pratique du développement. Étude raisonnée des divers révélateurs et de leur mode d'emploi. 2e édition. In-18 jésus, avec fig. et 4 planches doubles en photocollographie; 1892 .. 2 fr. 75 c.

VIDAL (Léon). — Manuel pratique d'Orthochromatisme. In-18 jésus, avec figures et 2 planches dont une en photocollographie et un spectre en couleur; 1891 ..... 2 fr. 75 c.

19610 Paris. — Imprimerie GAUTHIER-VILLARS ET FILS, quai des Grands-Augustins, 55.

FA6660.90
Traite pratique de la determination
Fine Arts Library AXW631
3 2044 033 800 327

FA 6660.90
Chapel D'Espinassoux, Gabriel
Traite pratique de la determination
DATE ISSUED TO